



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Bach. Vertil Sanchez Requejo

ASESOR:

Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Código N° 6054416

Moyobamba- Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Bach. Vertil Sanchez Requejo


ASESOR:

Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Sustentada y aprobada el día 23 de abril del 2018, ante el honorable jurado:


.....
Ing. M. Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera
PRESIDENTE


.....
Ing. M. Sc. Yrwin Francisco Azabache Liza
SECRETARIO


.....
Ing. M. Sc. Ronald Julca Urquiza
MIEMBRO


.....
Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna
ASESOR

Declaratoria de Autenticidad

Vertil Sanchez Requejo, identificado con DNI N°71073071, bachiller de la Facultad de Ecología, Escuela profesional de Ingeniería Sanitaria, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS, Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA QUEBRADA EL HERRERO, SORITOR, 2015”**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 23 de abril del 2018.



.....
Bach. Vertil Sanchez Requejo
DNI N°71073071



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: SANCHEZ REQUEJO VERTIL	
Código de alumno : 105257	Teléfono: 976803970
Correo electrónico : vertil_24@hotmail.com	DNI: 71073071

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: ECOLOGIA
Escuela Profesional de: INGENIERIA SANITARIA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015.
Año de publicación: 2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

16 / 10 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

“A Dios todopoderoso por darme la vida y la sabiduría para seguir un buen camino, con objetivos claros, para poder cumplir una meta más trazada”.

“A mis padres y hermanos, quienes, con sus sabios consejos y su valioso apoyo, me inculcaron valores de responsabilidad, respeto, honestidad y perseverancia; soporte fundamental para poder culminar este trabajo”.

“A mi asesor y jurados, quienes con su apoyo pude culminar la investigación y con ello poder alcanzar un peldaño más en mi vida”.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de seguir adelante.

A mis padres, Mesías y Luz Imelda, por brindarme su apoyo en todo momento.

A la Universidad Nacional de San Martín, por darme la formación profesional y personal para tener una carrera universitaria de gran prestigio.

A la Oficina de Investigación y Desarrollo de la UNSM-T, por el financiamiento a la presente investigación.

A mi asesor de tesis Ing. M. Sc. Santiago A. Casas Luna, por el apoyo y asesoramiento prestado en la investigación.

A mi alma mater Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ecología, quien me acogió en su seno y a través de sus excelentes docentes me impartió conocimientos y valores que los llevare siempre en mi mente y corazón. A los cuales también hago llegar mi más sincero agradecimiento y gratitud.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vi
ABSTRACT	xiii
 INTRODUCCIÓN	 1
 CAPÍTULO I	 3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	3
1.2. Bases Teóricas	6
1.2.1. El recurso hídrico de la comunidad Sudamericana	6
1.2.2. Calidad de agua	9
1.2.3. Tipos de aguas	12
1.2.4. Características físicas y químicas del agua.....	15
1.2.5. Marco legal	31
1.3. Definición de términos básicos.....	33
 CAPÍTULO II.....	 37
MATERIAL Y MÉTODOS	37
2.1. Material.....	37
2.2. Métodos... ..	38

CAPITULO III.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1. RESULTADOS	40
3.1.1 Concentración de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) del agua de la quebrada “El Herrero” y en la naciente del río Tioyacu.....	40
3.1.2. Comparación de la concentración de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) con los ECAs de agua para uso doméstico.....	44
3.1.3. Influencia de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) del agua en las características organolépticas en la quebrada “El Herrero” y la naciente del río Tioyacu.....	49
3.2. DISCUSIÓN	53
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	65
ANEXO 01: MAPA DE UBICACIÓN	66
ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO	67
ANEXO 03: FORMATOS FÍSICOS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA REALIZADOS POR EL LABORATORIO ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Estándares de Calidad Ambiental para Agua-Categoría A1 (ECAS)</i> <i>Poblacional y Recreacional</i>	31
Tabla 2. <i>Resultados de la muestra de la parte inicial de la fuente</i>	41
Tabla 3. <i>Resultados de la muestra de la parte central de la fuente</i>	42
Tabla 4. <i>Resultados de la muestra de la parte final de la fuente</i>	43
Tabla 5. <i>Resultados de la muestra de la naciente del río Tioyacu</i>	44
Tabla 6. <i>Promedio de los resultados de las muestras de la quebrada el</i> <i>Herrero</i>	45
Tabla 7. <i>Estándares de calidad ambiental para el agua, parámetros a</i> <i>comparar</i>	46
Tabla 8. <i>Variación entre los parámetros de los resultados de la quebrada</i> <i>el Herrero con los ECAs para agua</i>	46
Tabla 9. <i>Variación entre los parámetros de los resultados de la quebrada</i> <i>el Herrero con los resultados del nacimiento río Tioyacu</i>	47
Tabla 10. <i>Comparación de los resultados del agua de la quebrada el</i> <i>Herrero, nacimiento río Tioyacu y ECAs</i>	48

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Turbidez del agua.....	49
<i>Figura 2.</i> Conductividad del agua.....	49
<i>Figura 3.</i> Sólidos totales disueltos en el agua.....	50
<i>Figura 4.</i> Materia orgánica en el agua	50
<i>Figura 5.</i> Color en el agua	51
<i>Figura 6.</i> pH del agua	51
<i>Figura 7.</i> Hierro en el agua	52
<i>Figura 8.</i> Manganeseo en el agua	52
<i>Figura 9.</i> Taninos en el agua.....	53

RESUMEN

En el estudio realizado durante los meses de monitoreo constante en el agua de la quebrada el Herrero, Soritor, se logró obtener datos importantes para investigaciones futuras donde, en las caracterizaciones de agua superficial, se puede destacar que los parámetros evaluados están fuera de los estándares de calidad ambiental, de la normatividad vigente, en el Perú. Se puede resaltar que la turbiedad es alta respecto a los ECAs y así mismo la conductividad está por debajo, los sólidos totales disueltos están en poca cantidad. Para la materia orgánica se comparó con muestra testigo porque no tiene una cifra definida en los ECAs y a partir de ello, se puede determinar que la concentración es alta, respecto a la muestra testigo (naciente río Tioyacu), el color es alto, olor y sabor es a Legumbres, el pH es bajo respecto a los ECAs, el manganeso es alto 60.00 % y taninos es alto respecto a la muestra testigo (naciente río Tioyacu). Todos estos parámetros están alterados en su estado natural de la fuente; además, se puede indicar que las características organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas colateralmente por los parámetros físicos y químicos indicados.

Palabras clave: parámetros físico químicos, Taninos, Legumbres, características organolépticas, ECAs

ABSTRACT

In this study carried out during the months of constant monitoring on the water of El Herrero stream, Soritor, important data was obtained for future investigations where, in the surface water characterizations, it can be highlighted that the parameters evaluated are outside the standards of environmental quality, of the current regulations, in Peru. It can be highlighted that the turbidity is high with respect to the ECAs and likewise the conductivity is below, the total dissolved solids are in a small quantity. For organic matter, it was compared with a control sample because it does not have a defined figure in the RCTs, and from that, it can be determined that the concentration is high, compared to the control sample (rising Tioyacu River), the color is high, smell and flavor is a Legumes, the pH is low with respect to the ECAs, the manganese is high 60.00% and tannins are high with respect to the control sample (rising Tioyacu River). All these parameters are altered in their natural state of the source; In addition, it can be indicated that the organoleptic characteristics such as color, smell and taste are affected collaterally by the indicated physical and chemical parameters.

Keywords: physical-chemical parameters, Tannins, Legumes, organoleptic characteristics, ECAs



INTRODUCCIÓN

La contaminación de los cuerpos de aguas superficiales, se ha convertido en problema a nivel mundial, ya que es el líquido vital clave para de subsistencia y desarrollo de toda la humanidad.

La región San Martín, no es ajena a estos problemas, las fuentes de agua que se encuentra, contienen gran cantidad de sustancias físicas y químicas que altera la calidad organoléptica del agua, y en muchas ocasiones son causadas por actividades agrícolas y otras actividades propias que el hombre desarrolla.

El distrito de Soritor cuenta con varios cuerpos de aguas superficiales entre ellos la quebrada “El Herrero”, que tiene sus aguas de coloración rojiza oscura, afectando así su calidad y sus características organolépticas. Estas condiciones son en su mayoría por la presencia de elementos químicos y físicos.

La quebrada El Herrero, en una fuente que puede ser aprovechada, pero en la actualidad no se está aprovechando por que presenta características organolépticas indeseadas, presentando color y turbidez muy elevados. También, estas condiciones mayormente son causadas por elementos químicos y alguna presencia de materia orgánica, que en su mayoría pueden ser fácilmente tratadas.

En la investigación se indicó como hipótesis que, mediante la determinación de los parámetros físicos y químicos, se determinará la influencia en las características organolépticas de la quebrada el Herrero; lo cual nos permita contar con datos detallados de la composición de dicha agua. La metodología utilizada en la investigación, fue la identificación de las características no comunes de agua superficial por lo cual se ha seleccionado 3 puntos de muestreo al azar, en la parte inicial, central y final de la fuente de acuerdo al protocolo de monitoreo para luego ser analizada en el laboratorio de la empresa Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L.; a partir de la cual se realizó comparaciones de con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y una muestra testigo de la naciente del río Tioyacu, los cuales nos ayudó a evaluar la calidad de agua de esta fuente superficial quebrada El Herrero.

La motivación de realizar esta investigación fue, que en la actualidad los cuerpos de aguas superficiales están contaminados ya sea de forma natural o antropogénica, es por ello que motivo a realizar esta investigación ya que en el país es muy escasa dicha información. Con este trabajo se contribuye a determinar qué elementos o contaminantes intervienen en la coloración de los cuerpos de agua superficial y cuál es la influencia que puede tener en sus características organolépticas.

De acuerdo al objetivo principal es determinar la influencia de los parámetros físicos y químicos del agua en las características organolépticas en la quebrada el Herrero; lo cual se logró a partir de los objetivos específicos que se dieron por:

Determinación de la concentración de los parámetros físicos y químicos del agua de la quebrada “El Herrero” y en la naciente del río Tioyacu;

Comparación de la concentración de los parámetros físicos y químicos con los ECAs de agua para uso doméstico,

Medición de la influencia de los parámetros físicos y químicos del agua en las características organolépticas en la quebrada “El Herrero” y la naciente del río Tioyacu.

Las contribuciones que se obtuvo con esta investigación es ampliar el conocimiento acerca de la calidad del agua superficial de la quebrada el Herrero, en consecuencia, se determinó las características principales que dan el color oscuro a dichas aguas; debido a esto, esta investigación asume importancia ya que a que los pobladores desconocen la calidad física y química de los cuerpos de agua que tiene la ciudad de Soritor.

La estructura de la investigación se realizó a través de los siguientes capítulos: Capítulo I, revisión bibliográfica; Capítulo II, material y métodos; Capítulo III; resultados y discusión, en los cuales se detalla puntualmente los procedimientos utilizados para el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la Investigación

A. Internacionales

(NASA, 2015), en su investigación ¿Porque hay ríos y mares del mundo donde los colores de sus aguas no se mezclan? concluye: que el proceso de unificación de dos ríos es relativamente simple. Un tributario muere a la orilla del caudal principal y deposita todas sus aguas, arrastradas durante centenares de kilómetros, en el río más grande. Las aguas se juntan en feliz compañía y la naturaleza sigue su curso. No suelen ser hechos destacables. Pero en ocasiones sí que lo son. Es entonces cuando un río choca frontalmente contra otro y no hay fusión visual, no se convierten en uno de forma indistinguible. Sus colores se mantienen separados y corren en paralelo durante kilómetros. La mayor parte de las aguas negras del mundo se encuentran en la cuenca del Amazonas, pero se reparten por todo el mundo. Los ríos de aguas negras y ríos de aguas claras, y que en algún momento pueden llegar a encontrarse los unos con los otros. Pero eso sigue sin explicar por qué sus distintos colores no se mezclan al modo de una paleta. A priori, la intuición nos dice que el color del nuevo Amazonas tras recibir sus aguas del río Negro debería ser una mezcla de ambas tonalidades.

(KIELY, 2003), indica que las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficacia del proceso usado para su remoción.

B. Nacionales

(SIOLI, 1984), indica que, en la Amazonía Peruana, se presentan cuerpos de agua, de diferentes orígenes, sean ellos andinos o amazónicos. Las aguas negras, provienen de las filtraciones, escorrentías, aguajales y humedales, formados en las plataformas boscosas de la espesura vegetal, provocando dicha coloración, por la carga tánica y descomposición del lecho leñoso. Su área de drenaje es la selva baja, presentan una menor carga de sedimentos en suspensión. Son aguas ácidas (pH, entre 3,8 – 4,9), con moderados valores de conductividad lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes, donde predomina los ácidos fúlvicos y húmicos producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica y de color oscuro, debido al elevado contenido de sustancias húmicas, consecuencia de la descomposición parcial de la materia orgánica (Taninos) y cuya transparencia lumínica alcanza entre 1,0 a 1,5 m de profundidad. Su producción fitoplanctónica, es pobre, por la escasez de nutrientes, por lo que la cadena trófica se inicia, a través del aprovechamiento de material externo, que proviene del bosque.

(GARCIA, y otros, 2005), los cuerpos de agua están conformados por ríos pequeños y quebradas que se originan dentro de la floresta húmeda. El agua, es extremadamente ácida y casi estéril, con un pH (3,50-6,00), lo que mantiene al mínimo las poblaciones de bacterias y parásitos. Por esta razón, los ríos negros, están considerados dentro de las aguas naturales más limpias del mundo y se comparan frecuentemente con el "agua destilada, ligeramente contaminada". La acidez del agua, también inhibe la proliferación de larvas de insectos, de tal manera, que el bosque que rodea a un río negro, tiende a tener menos "bichos" y mosquitos. Alrededor de algunos de estos ríos, existen bosques de ríos negros, que difieren de los bosques lluviosos convencionales.

(JANOVEC Y JOHN, 2003), los ríos de agua negra presentan poco material en suspensión, compuesto mayormente por material orgánico y detritus que permiten estos cuerpos de agua presentan transparencia que oscilan entre 23 y 128 cm. Los niveles de pH varían entre ácido a ligeramente ácido (3.5 a 6.9), con moderados valores de conductividad. Estos cuerpos de agua apenas superan los 100

mmhos/cm de conductividad eléctrica, lo cual indican que son pobres con relación al contenido de electrolisis y nutrientes. Los principales ríos de aguas negras son: Nanay, Samiria, Chambira, Cuininico, Nacuray, Aypena, Tapiche e Itaya.

(BURGA, 2005), determina el pH del río Itaya entre los valores de 5,32 y 6,01; encontrándose en todo caso, todos ellos, dentro de los Límites Máximo Permisible (6,5 y 8,5). Los datos referidos a este parámetro, pH = 6,70 y 7,30; del proyecto en estudio; que también se encuentra dentro de estos límites legales. Sin embargo, las aguas de origen Amazónico tienen características de ser relativamente ácidas (3,8 – 4,9), debido a la descomposición orgánica (taninos, descomposición de especies de flora y fauna silvestre); aparentando cierta alcalinidad en ocasiones, debido a la presencia de poblaciones ribereñas, que tienden a levantar la basicidad de los cuerpos de agua, debido a los factores como: los desechos excretales de las poblaciones, animales de crianza, de áreas ganaderas y por el flujo de aguas cremas (por el uso de jabones y detergentes en el lavado y aseo personales).

(SOTIL, y otros, 2016), las aguas del río Mazán se caracterizan por tener escaso contenido de materiales en suspensión, está compuesta mayormente por material orgánico y detritus, con moderados valores de conductividad, lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes (Nitratos, Carbonatos, Sulfatos, Fosfatos), donde predominan los ácidos húmicos, producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica, son tánicas (por la descomposición vegetal).

C. Local

(CUBAS, 2015), en su trabajo demuestra que las aguas de la microcuenca Juninguillo presentan color y turbidez muy por encima del estándar de 15 UCV/Pt- Co y 5 UNT para ser potabilizada por desinfección, pero no superan los 100 UCV/Pt-Co y los 100 UNT para ser tratada por tratamiento convencional; esto debido que en el suelo de la microcuenca Juninguillo presenta alto contenido de hierro y magnesio; en la calicata N°3- Arena Franca en los niveles de 0.20 y 0.40 presento 5.32 mg/L para hierro y 2.36 mg/L de magnesio. Y en la calicata N°1 y 2 se encontró valores de 1.89 y 4.95 mg/L para hierro,

0.523 y 1.986 mg/L de magnesio. La relación del hierro contenido en el agua y en el suelo de la microcuenca Juninguillo, tiene un coeficiente de relación de 0.90 y 0.82 con una asociación de 81.9% y 66.68%. Rumiayacu-Mishquiyacu, se detectó cierto grado de contaminación por excretas, sedimentos y turbidez de 10.20 UNT de la quebrada Mishquiyacu y 52.8 UNT en la quebrada de Rumiayacu en la captación de agua. Estos contaminantes son arrastrados por la deforestación existente en el área de influencia

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. El recurso hídrico de la comunidad Sudamericana

La disponibilidad de agua dulce en Sudamérica, no se ha valorado plenamente en su totalidad, el 20% de aguas es una estimación aproximada para la cuenca del río Amazonas; aún no se valorado y lo que, representada la masa de agua dulce de las demás cuencas hidrográficas, las nieves perpetuas en forma de glaciares, hasta los acuíferos. De ahí que el continente sudamericano alberga una de las mayores reservas recursos hídricos del planeta con sus respectivos componentes hidrobiológicos. Solamente la Gran Amazonia ostenta más del 20% del agua dulce el planeta; una cuarta parte del agua del planeta va la mar vía Río Amazonas. Pero también presenta en ciertos espacios subregionales áreas con limitaciones hídricas como son el altiplano boliviano, norte de Chile, sur de Perú y la península de la Guajira en la línea fronteriza de Colombia y Venezuela, con unas precipitaciones de registradas en promedios anuales cercanos a los 300 mm (PRAT, 2004).

Otras masas continentales de agua dulce, son los glaciares entre Argentina y Chile, el Gran Pantanal espacio compartido por Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina, denominado el gran acuífero Guaraní. Todo ello permite inferir un panorama halagador en relación al acceso del agua dulce para las futuras generaciones de ciudadanos sudamericanos. Pero con todo este inventario de fuentes hídricas el acceso de agua potable es limitado para grandes sectores de las sociedades Sudamericanas (PRAT, 2004).

La masa de agua de escorrentía superficial y subsuperficial, es significativa para cada uno de los Estados sudamericanos, e insumo importante en una economía del futuro cuya base energética es el hidrógeno del agua y la biodiversidad en este caso representada en los recursos hidrobiológicos, bases para emprender nuevos estilos de desarrollo, inmerso en la dimensión de la sociedad del conocimiento, cuyos insumos son la biodiversidad y fuentes energéticas alternativas como puede ser la fuente energética de Hidrógeno a partir del agua (PRAT, 2004).

Es importante resaltar que el espacio geográfico Sudamericano, también se encuentra una de las zonas de mayor precipitación del planeta, como es la Región biogeográfica del Choco y el Tapón del Darien, localizado en el litoral pacífico del norte del norte del continente entre las líneas de frontera entre Ecuador, Colombia y Panamá, que se une al mismo centroamericano (PRAT, 2004).

El Pacífico, es la zona con mayor rendimiento hídrico, presenta valores promedios superiores a los 100 l/s/km², con cuencas como la del San Juan con 163 l/s/km² y la del Micay con 140 l/s/km². En la región del Choco biogeográfico las precipitaciones alcanzan los 7000 milímetros anuales (PRAT, 2004).

En términos generales Sudamérica esta drenada por el agua de escorrentía sea superficial o subsuperficial (mantos freáticos y aguas subterráneas), por cinco cuencas hidrográficas, con sus respectivas subcuencas y diferentes grados de drenajes de los ríos, entre estas cuencas hidrográficas resaltan: 1) Río Amazonas; 2). Río de la Plata; 3). Río Orinoco; 4). San Francisco; 5). Río Magdalena; que permiten abastecer de agua y nutrir a los respectivos ecosistemas afines a cada espacio sociobiogeográfico (PRAT, 2004).

(MACO Y JOSÉ, 2003), los cuerpos de agua está conformados por ríos pequeños y quebradas que se originan dentro de la floresta húmeda. El agua, es extremadamente ácida y casi estéril, con un pH (3,50-6,00), lo que mantiene al mínimo las poblaciones de bacterias y parásitos. Por esta razón, los ríos negros, están considerados dentro de las aguas naturales más limpias del mundo y se

comparan frecuentemente con el "agua destilada, ligeramente contaminada". La acidez del agua, también inhibe la proliferación de larvas de insectos, de tal manera, que el bosque que rodea a un río negro, tiende a tener menos "bichos" y mosquitos. Alrededor de algunos de estos ríos, existen bosques de ríos negros, que difieren de los bosques lluviosos convencionales.

1.2.1.1. El ciclo hidrológico amazónico

El Río Amazonas, delimita la región hidrográficamente más extensa del planeta. Espacio socio biogeográfico que va desde el estuario o archipiélago de la Isla Marajo a nivel del mar Atlántico en el Estado de Pará en Brasil, hasta las nieves perpetuas de la cordillera de los Andes en Perú; generando diferentes nichos a partir de la heterogeneidad de microclimas de ahí su especialización y endemismos de flora y fauna. En dicho espacio amazónico albergar una de las planicies de inundación más extensas, dinámica influenciada por los ríos Andino amazónicos y los eminentemente amazónicos. Entre los ríos que drenan desde la cordillera de los Andes se encuentran el Río Beni, Madre de Díos y Mamoré con 154 pequeños tributarios y 37 lagos. El río Tines el más representativo por inundar un área entre 100.000 a 150.000 km. El mismo autor indica además que otras áreas de inundación son estacionales, como pueden ser la con fluencia de los ríos Solimões, Japurá, Jutai, Iça, con un área de inundación de 49.530 km². El bajo Amazonas con un área inundada de 37.000 km² causado por los ríos Madeira, Tapajos, y Xigu, con las sabanas parcialmente inundadas de los ríos Branco, Araguaia, Xingu, Madeira; se reporta una área inundada de 180.360 Km , que corresponde al 2.6% de la cuenca amazónica; toda el área es importante para las diferentes especies de peces distribuidas en diferentes hábitats según sus características (BARTHERN , 2001).

Esa especificidad de la hidrología amazónica esta inducida por las corrientes continentales, fruto de la evapotranspiración de la masa forestal y por las corrientes de ascenso y descenso ocasionadas por el

relieve. Los bosques amazónicos producen anualmente 7 trillones de toneladas de agua para la atmósfera por medio del proceso de evapotranspiración (500.000.000 ha de bosques (365 X4 mm de agua /día) X 10 toneladas /mm – la evaporación por las hojas por hectárea), lo cual incide en la formación del sistema de nubes locales y regionales en especial las nubes cumulonimbus. Estas últimas son las responsables de descargar sus masas de agua sobre el entorno amazónico (NEPSTAD et al, 2001).

El drenaje principal del río Amazonas coincide con la línea ecuatorial, por lo tanto, le confiere algunas especificidades como el estar sus espacios biogeográficos en los dos hemisferios, lo cual incide en la estacionalidad de las aguas altas y bajas, consiguiente en la navegabilidad de sus afluentes, Figura (5). En el bajo Amazonas, sucede el fenómeno denominado Interferencia, el cual el caudal del agua se ve compensado por los volúmenes que llegan tanto del norte como del sur y sus impactos por la disminución de caudal y por ende la profundidad sea bastante grande, manteniendo en promedio una profundidad de 10 metros, una profundidad que varía entre 130 metros y 50 metros. En el alto Solimoes, la mayor influencia del hemisferio Austral la diferencia entre máximo y mínimos es de 18 metros, la profundidad media está entre 50 y 80 metros, permitiendo la navegabilidad en cualquier época del año. Cuando el drenaje de los tributarios del Río Amazonas se encuentra todos en uno u otro hemisferio se ve limitada la navegabilidad en la estación de aguas bajas (DOMINGUEZ, 2003).

1.2.2. Calidad de agua

El término calidad del agua, es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito

particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (MEJÍA, y otros, 2005).

La calidad del agua, comprende una serie de parámetros de comparación, en la cual una determinada masa de agua debe de cumplir una serie de requisitos físicos, químicos y biológicos, con el fin de darle un uso específico, el cual varía según la actividad (Cortés, 2009); dentro de estas clases se puede encontrar, el abastecimiento de las actividades industriales destinada a la producción de alimentos de consumo humano, agua potable, acuicultura, protección de comunidades acuáticas, navegación, irrigación de especies arbóreas, entre otros (SÁNCHEZ, y otros, 2007).

Para garantizar que un determinado cuerpo de agua este cumpliendo con lo normado en la legislación nacional o estándares de calidad de una normativa internacional, es necesario realizar un monitoreo continuo de las aguas superficiales, que incluye la elaboración de un plan de acción que incorpora entre otros aspectos el aporte de contaminantes de focos puntuales tanto en zonas bajas, medias, altas y áreas de mezcla; afectación de la época seca y lluviosa, biodiversidad, caudal máximo, mínimo y el promedio, el cual permite conocer la capacidad de disolución que tiene un determinado cuerpo de agua sobre los contaminantes que le son vertidos (CORTÉS, 2009).

La contaminación antropogénica no es el único factor incidente sobre la condición del agua superficial, ya que existen causas naturales que traen como consecuencias la delimitación de sus usos, esto gracias a aspectos como la geología, geomorfología, microbiología y la flora quien tiene incidencia sobre la calidad del recurso hídrico, principalmente por el aporte de materia orgánica como las hojas que pueden entrar en contacto con el cloro disuelto en el agua y generar compuestos tóxicos para la salud humana, esto principalmente en terrenos salinos (VARGAS, 2004).

En cuanto a la materia orgánica disuelta presente en el agua y procedente de fuentes naturales, deben destacarse las especies provenientes de seres vivos,

tales como aminoácidos, hidratos de carbono, ácidos grasos, alcoholes, terpenos, pigmentos naturales, etc., y en suspensión o estado coloidal las sustancias húmicas y fúlvicas, que constituyen la materia orgánica de los suelos, junto a otras macromoléculas orgánicas de origen natural, como proteínas y polisacáridos (CANALES, 2017).

Los compuestos orgánicos presentes en las aguas naturales, provienen de los procesos metabólicos llevados a cabo por organismos autótrofos. Estos organismos estos compuestos a partir de especies inorgánicas sencillas. Así mismo, la descomposición de la biomasa genera compuestos orgánicos. Como resultado de todo ello, se incorporan al agua una variada gama de compuestos orgánicos, como por ejemplo hidratos de carbono, ácidos carboxílicos, aminoácidos, aminas, polipéptidos, fenoles, ácidos grasos, etc. Estos compuestos orgánicos sufren transformaciones químicas que dan lugar, o bien a productos de degradación más simples que los originales o bien a compuestos de condensación más resistentes a la biodegradación. Estos últimos pueden formar partículas coloidales que se mantienen en suspensión en el medio acuoso. La concentración a la que se suele encontrar la materia orgánica en las aguas naturales es, algunas decenas de ppm. En realidad, la concentración es muy variable, dependiendo del tipo de reservorio que se considere, del entorno natural y de la estación del año (DOMÉNECH, 2000).

Los compuestos fenólicos son las sustancias orgánicas comúnmente más abundantes en el medio hídrico. Pueden distinguirse compuestos monoméricos –mono y polihidroxifenólicos, generados como producto de transformaciones metabólicas de compuestos aromáticos y poliméricos, como los taninos y ligninas. Otra fracción importante de materia orgánica disuelta o en estado coloidal corresponde a las sustancias húmicas. Estos compuestos son polielectrolitos, es decir, polímeros con grupos iónicos o ionizables en las cadenas, que contienen fundamentalmente grupos hidroxilo y carboxilo. En realidad, se desconoce cuál es su fórmula química exacta (DOMÉNECH, 2000).

En las aguas naturales la fracción húmica comprende entre el 5 y el 75% de toda la materia orgánica disuelta y proviene, básicamente, de la percolación del agua a través del suelo. La materia húmica causa una degradación de las propiedades organolépticas del agua, dando lugar a una coloración entre amarilla y marrón, cuya intensidad aumenta al aumentar el pH del medio. Los dos componentes principales del humus, fácilmente separables mediante procesos de hidrólisis, son los ácidos húmicos y fúlvicos. Estos componentes se diferencian entre ellos por su composición empírica y en el número de grupos ácido en sus cadenas. Así, los ácidos húmicos, son más ricos en carbono y más pobres en oxígeno que los ácidos fúlvicos, mientras que éstos contienen más grupos ácido que aquellos (DOMÉNECH, 2000).

1.2.3. Tipos de aguas

Aguas blancas

(SIOLI, 1984), se originan en los Andes, cuyo color (en realidad parduzco), se debe a la gran cantidad de material en suspensión. Son ricos en nutrientes minerales; pero, de escasa transparencia (30-50 cm), cuyo pH, tiende a la neutralidad (6,5). Debido a la turbulencia y opacidad, la producción primaria fitoplanctónica, es escasa. Sin embargo, cuando las aguas blancas ricas en nutrientes inorgánicos, invaden los cuerpos de agua lénticos litorales, pobres en nutrientes, los fertilizan y con la sedimentación del material suspendido, se promueve el desarrollo de una rica diversidad biológica asociada a los bosques de la zona de inundación. Estos ambientes son caracterizados por presentar aguas lodosas con alto contenido de material en suspensión, compuesta principalmente por arena, limo y arcilla. Estas características inciden en la elevación de los niveles de turbidez y, consecuentemente, en la disminución de los niveles de transparencia, siendo la penetración de la luz muy reducida llegando sólo a los primeros centímetros de la capa superficial. La turbidez se incrementa durante el periodo de creciente, debido a las fuertes precipitaciones y a los procesos de erosión que caracterizan a este periodo. Contrariamente, durante el periodo de vaciante la carga de material en suspensión disminuye, por la reducción de los niveles de precipitación y a los procesos de

sedimentación, ocasionando que los niveles de transparencia sean ligeramente mayores.

Los ríos de aguas blancas, presentan alto valor de conductividad, producto del alto grado de mineralización de sus aguas, por lo que reúnen mejores condiciones potenciales para la producción biológica. La alta conductividad de estos cuerpos de agua, se debe a los sólidos en suspensión que poseen, los cuales llevan gran cantidad de iones disueltos (SIOLI, 1984),

Aguas negras

(SIOLI, 1984), su área de drenaje es la selva baja, presentan una menor carga de sedimentos en suspensión. Son aguas ácidas (pH, entre 3,8 – 4,9), con moderados valores de conductividad lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes, donde predomina los ácidos fúlvicos y húmicos producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica y de color oscuro, debido al elevado contenido de sustancias húmicas, consecuencia de la descomposición parcial de la materia orgánica (Taninos) y cuya transparencia lumínica alcanza entre 1,0 a 1,5 m de profundidad. Su producción fitoplanctónica, es pobre, por la escasez de nutrientes, por lo que la cadena trófica se inicia, a través del aprovechamiento de material externo, que proviene del bosque. Estos cuerpos de agua están conformados por ríos pequeños y quebradas que se originan dentro de la floresta húmeda. Los ríos negros, son más comunes que los ríos blancos, en los bosques lluviosos de tierras bajas. El adjetivo de negro, describe la apariencia del agua de estos ríos, la cual es de un color café oscuro. Este color, es el resultado del lavado de los taninos producidos por las hojas en descomposición, de la vegetación adyacente. Los ríos negros, también, se caracterizan por la sorprendente claridad del agua; tan clara, que la visibilidad puede exceder los 9 m. Sin embargo, después de una tormenta, los ríos negros, pueden perder su claridad y color característicos, con los sedimentos arrastrados, desde el bosque. Las condiciones regresan a la normalidad, después de unas horas o días, de sedimentación. Químicamente, los ríos negros

tienen muy pocos minerales disueltos y en ocasiones, la dureza del agua no es medible.

El agua, es extremadamente ácida y casi estéril, con un pH (3,50-6,00), lo que mantiene al mínimo las poblaciones de bacterias y parásitos. Por esta razón, los ríos negros, están considerados dentro de las aguas naturales más limpias del mundo y se comparan frecuentemente con el "agua destilada, ligeramente contaminada" (SIOLI, 1984).

La acidez del agua, también inhibe la proliferación de larvas de insectos, de tal manera, que el bosque que rodea a un río negro, tiende a tener menos "bichos" y mosquitos. Alrededor de algunos de estos ríos, existen bosques de ríos negros, que difieren de los bosques lluviosos convencionales (SIOLI, 1984).

La acidez del agua limita el número de especies de árboles que pueden crecer en áreas cercanas a los ríos. La baja diversidad de especies de árboles, es responsable de la poca variedad de especies de insectos, que polinizan y se alimentan de otras especies de árboles, no tienen oportunidades en los bosques de ríos negros. Esto, junto con las severas condiciones de este tipo de ríos, dan como resultado una diversidad considerablemente menor de insectos, que en otros bosques. Por consiguiente, las áreas de ríos negros albergan un menor número de otras especies de animales (SIOLI, 1984).

Ríos de agua intermedia o mixta.

Son ríos que tienen características tanto de aguas blancas como de aguas negras. Los ríos de aguas mixtas tienen una coloración marrón clara a verde amarillenta, proporcionados por el tipo de sólidos en su descomposición, de niveles bajos (30 a 250 mg/l de materia fresca), los cuales proporcionan bajos niveles de transparencia (20 a 60 cm). De acuerdo a estas características, las aguas intermedias serían semejantes a las aguas blancas (HANEK, 1982).

Pertenecen a la cuenca del río Tigre y sus principales tributarios, los ríos Macusari y Corrientes. Estos tienen su origen en el piedemonte amazónico de

los andes ecuatorianos; otros nacen en sistemas de colinas adyacentes al piedemonte andino (HANEK, 1982).

Ríos de agua clara

Son ríos que tienen aguas cristalinas, con muy escaso material en suspensión, lo que permite una total transparencia y la observación clara del fondo de cauce. Generalmente, nacen entre cerros que presentan material geológico bastante consolidado. Muchos de ellos tienen moderado a alto contenido de electrolitos que se reflejan en los valores de conductividad eléctrica de moderada a excesivamente alta (35-9,9900 mmhos/cm). Los niveles de pH varían de ligeramente ácido básico (6.2 a 8.8). Es característico en estos ríos observar que sus aguas se vuelven turbias después de caída de las lluvias, proceso que tiene un espacio temporal bastante corto. Estos ríos, por lo común se localiza en la selva alta peruana y son tributarios de los ríos de agua blanca (GARCIA, y otros, 2005).

Entre los ríos que presentan este tipo de agua están: Chontayu, Tocache, Mishollo, Challuayacu, Cañuto, Aspuzana, Uchiza, Pólvora, Cachiyacu de Lupuna, Huaynabe (GARCIA, y otros, 2015).

1.2.4. Características físicas y químicas del agua

Características físicas

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua (GRAMAJO, 2004).

Turbiedad. Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o participados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango,

arcilla) o de materiales orgánicos. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas turbias tienen, por supuesto, una actividad fotosintética más débil, lo que afecta a la producción de fitoplancton y también a la dinámica del sistema (GRAMAJO, 2004).

La turbidez del agua interfiere con usos recreativos y el aspecto estético del agua. La turbidez constituye un obstáculo para la eficacia de los tratamientos de desinfección, y las partículas en suspensión pueden ocasionar gustos y olores desagradables por lo que el agua de consumo debe estar exenta de las mismas. Por otra parte, la transparencia del agua es especialmente importante en el caso de aguas potables y también en el caso de industrias que producen materiales destinados al consumo humano, tales como las de alimentación, fabricación de bebidas, etc. (GRAMAJO, 2004).

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. Su medida es en UNT (GRAMAJO, 2004).

Sólidos totales disueltos (TDS). Las partículas que se encuentran en los cuerpos de agua tienen una variedad de tamaños, formas y composición química, sin embargo, tienen características similares que facilitan su clasificación en determinadas categorías, una de ellas es la de sólidos disueltos, definida por contener aquellos sólidos que pueden filtrarse por poros de $1,2\ \mu\text{m}$ o de diámetro menor, por lo general estos sólidos se encuentran entre el rango de $0,01\ \mu\text{m}$ a $1,0\ \mu\text{m}$. (METCALF y Eddy, 2000).

Otra categoría de sólidos es la de sólidos totales que incluye tanto a los disueltos como a los suspendidos. Los sólidos totales y los disueltos generan una serie de afectaciones a la salud de los ecosistemas, debido a la formación de turbidez en las aguas naturales, además de que pueden llegar a sedimentarse

dañando así el hábitat de algunos organismos bentónicos y fomentar las sobrepoblaciones bacterianas lo que dificulta el tratamiento de las aguas potables, pues estos sólidos sirven como barrera protectora contra la acción desinfectantes en la cloración del líquido (OMS, 2006).

Color: Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión. Constituye un aspecto importante en términos de consideraciones estéticas. Los efectos del color en la vida acuática se centran principalmente en aquellos derivados de la disminución de la transparencia, es decir que, además de entorpecer la visión de los peces, provoca un efecto barrero a la luz solar, traducido en la reducción de los procesos fotosintéticos en el fitoplancton, así como una restricción de la zona de crecimiento de las plantas acuáticas (O'CONNOR, 1971).

El color es la característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Generalmente, el color en el agua se debe a la presencia de materia orgánica coloreada (principalmente ácidos húmicos y fúlvicos) asociada al humus del suelo. Asimismo, la presencia de hierro y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión. También puede proceder de la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales y puede ser el primer indicio de una situación peligrosa (OMS, 2006).

(BARRENECHEA, 1996) esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas:

La extracción acuosa de sustancias de origen vegetal

La descomposición de la materia

La materia orgánica del suelo

La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos

Una combinación de los procesos descritos

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada.

Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente (BARRENECHEA, 1996).

Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. El valor guía de la OMS y del Canadá es 15 unidades de color (UC) para aguas de bebida (BARRENECHEA, 1996).

Olor y sabor: El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”. Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales (CASTRO, 1993).

El olor de las aguas superficiales puede presentarse por la acción de diversos factores, los cuales generan impactos en la percepción de los consumidores, debido a la posible presencia de olores desagradables, que implican la reducción en la comercialización del producto (AWWA, 2012), algunas fuentes naturales que generan malos olores en las aguas son las bacterias

reductoras de sulfatos, como las bacterias verdes del azufre quienes descomponen el grupo químico sulfato y emite al exterior de la célula hidróxido de azufre el cual produce un olor a huevo podrido (MADIGAN, 2009).

También se pueden encontrar a las algas azuladas o cianobacterias, las cuales generan geosmina, un compuesto químico que da ese olor tan característico a tierra mojada (Gamazo, 2013); estas emisiones de olores se da principalmente cuando hay una floración excesiva de algas, los cuales se deben tanto a factores naturales como el aumento en la turbidez, retención de las aguas, así como a factores antropogénicos como la contaminación nitrogenada que estimula la eutrofización de los cuerpos superficiales (DE LEÓN, 2011).

Temperatura: Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (OMS, 2006).

pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones:

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+] = -\log [\text{H}^+]$$

La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas. Valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc (SÁNCHEZ et al, 2007).

Alcalinidad. La alcalinidad de un agua determina su capacidad para neutralizar ácidos, esta capacidad debe definirse para ciertos rangos de pH. Así la alcalinidad TAC mide la capacidad de neutralización hasta $\text{pH} = 4.5$ y la alcalinidad TA hasta $\text{pH} = 8.3$. En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones, otros ácidos débiles como el silícico, fosfórico, bórico y

ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad (MUYULEMA, y otros, 2013).

Conductividad. La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por lo tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos.

La forma más usual de medir la conductividad en aguas es mediante instrumentos comerciales de lectura directa en $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C , con un error menor al 1%. La conductividad leída es igual a la conductividad eléctrica de la muestra medida entre caras opuestas de un cubo de 1cm, como se demuestra a continuación (MUYULEMA, y otros, 2013).

La resistencia específica de un conductor es función de sus dimensiones y puede expresarse como.

$C = \text{resistencia específica/ohmio} \times \text{cm}$

$R = \text{resistencia, ohmio}$

$A = \text{área de la sección transversal del conductor, cm}$

$L = \text{longitud del conductor, cm}$

La conductancia específica de un conductor es igual al inverso de su resistencia específica; dónde: $K = \text{conductancia específica, mho/cm}$ (MUYULEMA, y otros, 2013). En otras palabras, es la conductancia de un conductor de 1cm de longitud y una sección transversal de 1cm^2 ; por tanto, numéricamente es igual a la conductividad.

Como en aguas el valor de la conductividad es muy pequeño, se expresa en $\mu\text{mho/cm}$ o en unidades del sistema internacional $\mu\text{siemens/cm}$ ((MUYULEMA, y otros, 2013).

La conductividad está íntimamente relacionada con la suma de los cationes o aniones determinada en forma química; aproximadamente el producto de la

conductividad en $\mu\text{mho/cm}$ por diez es igual a la suma de cationes en miliequivalentes por litro. (MUYULEMA, y otros, 2013).

Características químicas

Principales constituyentes químicos

A pesar de la gran variabilidad de los elementos presentes en el agua subterránea y de la de sus concentraciones, estos han sido clasificados 22 completando la clasificación por su frecuencia de aparición y valor de concentración decrecientes (ARIAS y otros, 2002).

Constituyentes mayoritarios o fundamentales:

Aniones: Carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos

Cationes: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+

Otros: CO_2 , O_2 , SiO_4^{4-} , o SiO_2

Constituyentes minoritarios o secundarios:

Cationes. Mn^{2+} , Fe^{2+} , Li^+ , Sr^{2+} , Zn^{2+} .

Constituyentes traza: F, S, SH, Br, NO, PO, Al, Ti, Co, Cu, Pb, Ni, Cr, etc. (ARIAS y otros, 2002).

En condiciones particulares un constituyente minoritario puede alcanzar rangos de concentración que permitan incluirlo dentro de los mayoritarios. En un agua natural dulce estos constituyentes aparecen por lo general en forma iónica (sales casi totalmente disociadas) con menor frecuencia se presentan en forma molecular parcialmente disociadas o como iones complejos de sustancias orgánicas o inorgánicas (ARIAS y otros, 2002).

El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica (RAMÍREZ y otros, 1998).

Aceites y grasas: La presencia de aceites y grasas en el agua puede alterar su calidad estética (olor, sabor y apariencia). Las normas de calidad de agua

recomiendan que los aceites y grasas estén ausentes en el agua para consumo humano, más por razones de aceptabilidad que porque exista algún riesgo de daño a la salud (MINAM, 2017).

Alcalinidad: Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad. La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica (REGLAMENTO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, 2010).

Aluminio: Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbiedad del agua. Las concentraciones más frecuentes en las aguas superficiales oscilan entre 0,1 y 10 ppm (MINAM, 2017).

Arsénico: Puede estar presente en el agua en forma natural. Es un elemento muy tóxico para el hombre. Se encuentra en forma trivalente o pentavalente, tanto en compuestos inorgánicos como orgánicos. Las concentraciones de As en aguas naturales usualmente son menores de 10 µg/L. Sin embargo, en zonas mineras pueden encontrarse concentraciones entre 0,2 y 1 g/L (MINAM, 2017).

Bario: Elemento altamente tóxico para el hombre; causa trastornos cardíacos, vasculares y nerviosos (aumento de presión arterial). Se considera fatal una dosis de 0,8 a 0,9 gramos como cloruro de bario (de 550 a 600 miligramos de bario). La contaminación del agua por bario puede provenir principalmente de los residuos de perforaciones, de efluentes de refinerías metálicas o de la erosión de depósitos naturales (REGLAMENTO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, 2010).

Cianuro: Su presencia no es frecuente en aguas naturales. La concentración de cianuro en aguas superficiales se debe, por lo general, a su contaminación mediante descargas industriales, en especial de galvanoplastia, plásticos,

fertilizantes y minería. La extracción de oro usa cantidades importantes de cianuro en procesos que generan efluentes con estos residuos, la mayor parte de los cuales tienen como destino final los ríos y los lagos (BARRENECHEA, 1996).

Cloruros: Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas. En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad (RAMÍREZ y otros, 1998).

Cobre: Con frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones menores a un mg/L. En estas concentraciones, el cobre no tiene efectos nocivos para la salud (MINAM, 2017).

Dureza: Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio (BARRENECHEA, 1996).

Fenoles: Su presencia en el agua está relacionada con la descomposición de hojas y materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, pero principalmente se los asocia a procesos de contaminación de las fuentes por desechos industriales, aguas servidas, fungicidas y pesticidas, hidrólisis y oxidación de pesticidas organofosforados, degradación bacteriológica de herbicidas del ácido fenoxialquílico, entre otros (RAMÍREZ y otros, 1998).

Fosfatos: Las especies químicas de fósforo más comunes en el agua son los ortofosfatos, los fosfatos condensados (piro-, meta- y polifosfatos) y los fosfatos orgánicos. Estos fosfatos pueden estar solubles como partículas de detritus o en los cuerpos de los organismos acuáticos (RAMÍREZ y otros, 1998).

Hierro: La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. Es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/L (OMS, 2006).

Manganeso: Su presencia no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al hierro. La presencia de manganeso en el agua provoca el desarrollo de ciertas bacterias que forman depósitos insolubles de estas sales, debido a que se convierte, por oxidación, de manganeso en solución al estado mangánico en el precipitado (BARRENECHEA, 1996).

Sulfatos: Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad (MINAM, 2017).

Materia orgánica: Las aguas naturales, además de sustancias minerales y disueltas, pueden llevar en suspensión sustancias orgánicas provenientes del lavado de los suelos o del metabolismo de los organismos que viven en ellos. Además, los cuerpos de aguas superficiales pueden recibir descargas de aguas residuales de origen doméstico o industrial, las cuales provocan la polución y la contaminación en niveles variables (RAMÍREZ y otros, 1998).

Oxígeno disuelto (OD): Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua. Puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación (BARRENECHEA, 1996).

Taninos. Son compuestos polifenólicos de estructura química diversa que la propiedad de ser astringentes, es decir precipitan las proteínas y su capacidad de curtir la piel.

El curtido es el establecimiento de enlaces, tipo puente de hidrógeno, entre las fibras de colágeno (ATLAS QUANTUM, 2018).

Son muy abundantes en el mundo vegetal, especialmente en algunas familias (Fagáceas, Rosáceas, Fabáceas, Mirtáceas, etc.) y en diversos órganos: raíces-rizomas (ruibarbo), cortezas (quina, roble), leño (catecú), hojas (hamamelis), frutos (cinorrodon) (ATLAS QUANTUM, 2018).

Combinados con alcaloides y proteínas y desempeñan una función defensiva frente a insectos: agallas, maduración de frutos. Desde el punto de vista químico se clasifican en:

Taninos hidrolizables o hidrosolubles (pirogálicos). En estos se distinguen los taninos gálicos. Las drogas de interés por su contenido en taninos hidrolizables se pueden mencionar: los pétalos de la rosa roja (*Rosa gallica*), con taninos gálicos (15%) y muy empleada para gargarismos, colutorios y lociones astringentes; hojas y corteza de hamamelis (*Hamamelis virginiana*) con taninos gálicos, muy usada por vía interna como externa; la sumidad florida de salicaria (*Lythrum salicaria*) con taninos elágicos (10%), muy utilizada como antidiarréica y vulneraria (ATLAS QUANTUM, 2018).

Taninos condensados: no hidrosolubles, tienen una estructura similar a la de los flavonoides y carecen de osas en su molécula. Destacan los taninos catéquicos (formados por 2 o más moléculas de 3flavanoles) y los leucoantocianos o procianidoles (formados por 2 o más moléculas de 3,4-flavandioles) (ATLAS QUANTUM, 2018).

En este grupo se pueden mencionar la raíz de ratania (*Krameria triandra*) astringente-antidiarréica y el combreto (*Combretum micranthum*). También se clasifican en este grupo la corteza de pino resinero (*Pinus pinaster*) y los estróbilos del ciprés (*Cupressus sempervirens*) de acción venotónica. Los taninos son sustancias amorfas solubles en agua, que forman soluciones coloidales, en alcohol y en acetona. Son insolubles en solventes apolares. Precipitan con numerosos reactivos (sales de hierro, plomo, cobre), alcaloides y proteínas (ATLAS QUANTUM, 2018).

Demanda química de oxígeno y materia orgánica. Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de un agua residual de

concentración media son de naturaleza orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos (ATLAS QUANTUM, 2018).

Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas, 40-60%, hidratos de carbono, 25-50%, y grasas y aceites, 10% (ATLAS QUANTUM, 2018).

Para poder evaluar el daño que pueden llegar a producir las aguas residuales, se emplean diversas técnicas. Para aguas negras, que tienen una composición más o menos constante, se emplea la cantidad de carbono presente en las mismas, ya sea directamente, midiendo el carbono orgánico total, COT, o TOC en inglés, o indirectamente, midiendo la capacidad reductora del carbono existente en dichas aguas. Estas últimas son la Demanda Química de Oxígeno, DQO, y la Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO. Así, con estas técnicas podemos determinar la cantidad de materia orgánica putrescible que están en el agua contaminada. En principio, entre ellas, no hay relación en cuanto a los resultados, ya que los efectos que se producen en el agua varían al aplicar cada técnica, de unas aguas contaminadas a otras. Para el mismo fin se emplea a veces otro parámetro, la oxidabilidad al permanganato (ATLAS QUANTUM, 2018).

La demanda de oxígeno de un agua residual es la cantidad de oxígeno que es consumido por las sustancias contaminantes que están en esa agua durante un cierto tiempo, ya sean sustancias contaminantes orgánicas o inorgánicas. Las técnicas basadas en el consumo de oxígeno son la demanda química de oxígeno, DQO, la demanda bioquímica del oxígeno (DBO) y el carbono orgánico total, COT o TOC (ATLAS QUANTUM, 2018).

La Demanda Química de Oxígeno, DQO, es la cantidad de oxígeno en mg/l consumido en la oxidación de las sustancias reductoras que están en un agua.

Se emplean oxidantes químicos, como el dicromato potásico. Tal y como hemos dicho, el ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. La Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO, es la cantidad de oxígeno en mg/l necesaria para descomponer la materia orgánica presente mediante acción de los microorganismos aerobios presentes en el agua (ATLAS QUANTUM, 2018).

Normalmente se emplea la DBO5, que mide el oxígeno consumido por los microorganismos en cinco días. Resulta el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado. La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (HANNA INSTRUMENTS, 2013).

1.2.4.1. Parámetros físicos y químicos del agua para consumo humano

El agua tal como la encontramos en la naturaleza es considerada no apta para consumo humano dado las concentraciones y presencia de diferentes sustancias las cuales pueden ser perjudiciales para la salud humana (SÁNCHEZ et al, 2007).

Color: El color se debe a la presencia de materia orgánica disuelta proveniente de suelos de turba, sales minerales de hierro y de manganeso. Usualmente cuando se examina el agua, las primeras propiedades que se suelen considerar son las siguientes: color, sabor y olor, características inherentes a ella. El agua de uso doméstico e industrial tiene como parámetro de aceptación la de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra coloreada y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha (SÁNCHEZ et al, 2007).

Las aguas superficiales pueden estar coloreadas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales como en el caso de las industrias de papel, curtido y textil; esta última causa coloración por medio de los desechos de teñido los cuales imparten colores en una amplia variedad y son fácilmente reconocidos y rastreados. Se pueden efectuar dos medidas de color en el agua: real y aparente. El color real del agua natural es el que presenta cuando se ha eliminado la turbidez (filtrando o centrifugando), siendo principalmente causado por materiales húmicos coloidales. Por el contrario, el color aparente es determinado directamente de la muestra original (sin filtración ni centrifugación), es debido a la existencia de sólidos en suspensión (SÁNCHEZ et al, 2007).

Materia suspendida: Es el mineral fino o materia vegetal que no es capaz de sedimentar en condiciones normales de flujo. La materia orgánica existente en el agua, tanto la que se encuentra disuelta como en forma de partículas, se valora mediante el parámetro carbono orgánico total (TOC, total orgánica carbón). Los compuestos orgánicos existentes en el medio acuático se pueden clasificar en dos grandes grupos atendiendo a su biodegradabilidad, es decir, a la posibilidad de ser utilizados por microorganismos como fuente de alimentación y para su medida se utilizan los parámetros denominados DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) (SÁNCHEZ et al, 2007).

Turbidez: Es una medida de la transparencia del agua, se puede deber a muchos factores, como partículas finas de minerales en suspensión, alta concentración de bacterias o incluso finas burbujas debido a la excesiva aireación. Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango, arcilla) o de materiales orgánicos (SÁNCHEZ et al, 2007).

La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas turbias tienen, por supuesto, una actividad fotosintética más débil, lo que afecta a la producción de fitoplancton y también a la dinámica del sistema. La turbidez del agua interfiere con usos recreativos y el aspecto estético del agua. La turbidez constituye un obstáculo para la eficacia de los tratamientos de desinfección, y las partículas en suspensión pueden ocasionar gustos y olores desagradables por lo que el agua de consumo debe estar exenta de las mismas. Por otra parte, la transparencia del agua es especialmente importante en el caso de aguas potables y también en el caso de industrias que producen materiales destinados al consumo humano, tales como las de alimentación, fabricación de bebidas, etc. (SÁNCHEZ et al, 2007).

Sabor y Olor: El sabor y olor desagradable se debe a contaminación por aguas residuales, excesiva concentración de algunas especies químicas como: el hierro, aluminio o manganeso; vegetación en estado de putrefacción, condiciones de estanqueidad debido a la falta de oxígeno en el agua, o a la presencia de ciertas algas, entre otros (SÁNCHEZ et al, 2007).

pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones:

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+] = - \log [\text{H}^+]$$

La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas. Valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc. El pH es un factor muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales. El valor del pH compatible con la vida piscícola está comprendido entre 5 y 9. Sin embargo, para la mayoría de las especies acuáticas, la zona de pH favorable se sitúa entre 6.0 y 7.2. Fuera de este rango no es posible la vida como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas (SÁNCHEZ et al, 2007).

La alcalinidad, es la suma total de los componentes en el agua que tienden a elevar el pH del agua por encima de un cierto valor (bases fuertes y sales de bases fuertes y ácidos débiles), y lógicamente, la acidez corresponde a la suma de componentes que implican un descenso de pH (dióxido de carbono, ácidos minerales, ácidos poco disociados, sales de ácidos fuertes y bases débiles). Ambos, alcalinidad y acidez, controlan la capacidad de taponamiento del agua, es decir, su capacidad para neutralizar variaciones de pH provocadas por la adición de ácidos o bases.

El principal sistema regulador del pH en aguas naturales es el sistema carbonato (dióxido de carbono, ión bicarbonato y ácido carbónico) (SÁNCHEZ et al, 2007).

Patógenos: Los patógenos pueden ser virus, bacterias, entre otros organismos que pueden afectar negativamente la salud del que ingiere el agua (SÁNCHEZ et al, 2007).

Dureza: La excesiva y extremadamente baja dureza es igualmente indeseables. El exceso de dureza se presente con frecuencia en las aguas subterráneas, mientras que las aguas blandas son más frecuentes en cuencas de captación de tierras altas (SÁNCHEZ et al, 2007).

Productos químicos nocivos: Existe una gran variedad de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que son tóxicas y nocivas, que pueden aparecer en los recursos del agua. Estas son absorbidas por los sólidos y se debe a contaminación por aguas residuales industriales y domésticas. Teniendo en cuenta de los parámetros anteriores es necesario llevar a cabo el proceso de purificación o potabilización de modo que pueda ser consumida sin riesgos de contraer enfermedades. Para este efecto, la utilización de un sistema que permita la potabilización del agua depende de factores como el caudal, espacio disponible, costos de implementación y mantenimiento, entre otros (SÁNCHEZ et al, 2007).

1.2.5. Marco legal

LEY N° 28611, Ley general del ambiente

Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental

Es la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Tabla 1

Estándares de Calidad Ambiental para Agua-Categoría A1 (ECAS) Poblacional y Recreacional

Ítem	Parámetros	Unidad	A ₁	A ₂	A ₃
01	Turbiedad	U.N. T	5.0	100	**
02	pH	Potencial de Hidrógeno	6.5-8.5	5.5-9.	6-9
03	Conductividad	µS/cm	1500	1600	---
04	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	1000	1500
05	Oxígeno Disuelto	mg/L	≥6	≥5	≥4
06	Sulfatos	mg/L	250	**	**
07	Nitratos	mg/L	10	10	10
08	Cloruros	mg/L	250	250	250
09	Aluminio	mg/L	0.20	0.20	0.20
10	Hierro	mg/L	0.30	1.0	1.0
11	Manganeso	mg/L	0.10	0.40	0.50
12	Dureza Total	mg/L	500	**	**
13	Oro	mg/L	N. D	N. D	N. D
14	Sodio	mg/L	200	200	200
15	Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.05
16	Cobre	mg/L	2	2	2
17	Zinc	mg/L	3	5	5
18	Coliformes Totales	UFC/100 mL	50	3000	50000
19	Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0	2000	20000
20	Eschearechia Coli	UFC/100 mL	0	0	---

Fuente: (MINAN, 2008)

UFC: Unidad Formadora de Colonias en 100 mL

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

** El parámetro no es relevante.

A1: Aguas que pueden ser Potabilizadas con desinfección.

A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Artículo 64.- Límite Máximo Permisible - LMP.

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente.

Artículo 114.- Del agua para consumo humano

El acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población. Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares. En caso de escasez, el Estado asegura el uso preferente del agua para fines de abastecimiento de las necesidades poblacionales, frente a otros usos.

Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas.

El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

DS N° 031-2010-SA, Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales
2. Coliformes termotolerantes
3. Color
4. Turbiedad
5. Residual de desinfectante
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de Coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

1.3. Definición de términos básicos

Sólidos en suspensión: Son partículas que permanecen en suspensión en el agua debido al movimiento del líquido o debido a que la densidad de la partícula es menor o igual que la del agua (RAMÍREZ y otros, 1998).

Manganeso. Es un elemento químico metálico quebradizo de color blanco grisáceo, parecido al fierro pero más rígido. Su concentración en el agua es menor a la del fierro. En promedio el valor que se estima es de 0.06 mg/L. Cuando se encuentra un valor mayor a 1mg/L, es porque los minerales que lo contienen se encuentran en contacto con el agua en condiciones “reducidas” o porque hay bacterias activas. En las aguas crudas se ha registrado de 0.001 a 0.60mg/L (CARBOTECNIA, 2014).

TDS (Sólidos Totales Disueltos). Son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H₂O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera. En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones

(cargado negativamente) iones en el agua. Partes por millón (ppm) es la relación peso-a-peso de cualquier ion al agua (CARBOTECNIA, 2014).

Las fuentes primarias de TDS en aguas receptoras son la escorrentía agrícola y residencial, la lixiviación de la contaminación del suelo y fuente de punto de descarga la contaminación del agua de las plantas de tratamiento industriales o de aguas residuales. Los componentes químicos más comunes son el calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio y cloruro, que se encuentran en el escurrimiento de nutrientes, la escorrentía de aguas pluviales general y la escorrentía de climas nevados donde se aplican sales de deshielo de carreteras. Los productos químicos pueden ser cationes, aniones, moléculas o aglomeraciones en el orden de mil o menos moléculas, siempre y cuando se forma un micro-gránulo soluble (CARBOTECNIA, 2014).

Los sólidos disueltos totales se diferencian de los sólidos suspendidos totales (SST), en que este último no puede pasar a través de un tamiz de dos micrómetros y aún están suspendidos indefinidamente en solución. El término “sólidos sedimentables” se refiere a materiales de cualquier tamaño no se mantiene suspendido o disuelto en un tanque no está sujeto a retención de movimiento, y excluye tanto TDS y SST. Sólidos sedimentables pueden incluir grandes partículas o moléculas insolubles (CARBOTECNIA, 2014).

Forma más común de medirlos:

Un medidor de TDS se basa en la conductividad eléctrica (CE) de agua. El agua tiene prácticamente cero de conductividad. La conductividad es generalmente cerca de 100 veces el total de cationes o aniones expresados como equivalentes. Los medidores de TDS se calculan mediante la conversión de la CE por un factor de 0,5 a 1,0 veces la CE, dependiendo de los niveles. Típicamente, cuanto mayor sea el nivel de CE, mayor es el factor de conversión para determinar el TDS (CARBOTECNIA, 2014).

Turbiedad. Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos (MINAM, 2017).

Hierro. El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/l (OMS, 2006).

Color. El color es una propiedad física que indirectamente describe el origen y las propiedades del agua (MINAM, 2017).

Dureza. La dureza del agua se debe a la presencia de cationes como: calcio, magnesio, estroncio, bario, fierro, aluminio, y otros (MINAM, 2017).

Materia orgánica. Entendemos insuficiencia de oxígeno o déficit de oxígeno de un agua al peso del mismo necesario para alcanzar la saturación a la temperatura determinada. Se expresa en mg/l. La demanda de oxígeno de un agua es la cantidad de oxígeno por mg/l consumido por esa agua durante un cierto tiempo. La cantidad de materias orgánicas putrescibles se puede determinar por dos procedimientos principalmente:

Demanda química de oxígeno, DQO

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO

La primera se realiza por vía química y la segunda por intermedio de las bacterias. Las dos oxidan la materia orgánica fijando el oxígeno. La Demanda Química de Oxígeno, DQO, es la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin intervención de los organismos vivos. La determinación del contenido de materia orgánica, biodegradable o no, tiene gran valor en la vigilancia de las aguas y para conocer la eficacia de los diferentes tratamientos aplicados en la depuración de las mismas. La reglamentación técnico-sanitaria española califica a la materia orgánica como componente no deseable en las aguas de consumo humano. Establece como valor máximo orientador de calidad hasta 2mg O₂/l y como nivel máximo tolerable hasta 5 miligramo O₂ por litro de agua. Todos los métodos analíticos para conocer el contenido aproximado de materias orgánicas se basan en la utilización de fuertes oxidantes químicos en presencia de catalizadores. Los métodos usuales son el método de dicromato al reflujo y el método del permanganato (INFOSALD, 2004).

Lignina. Es un compuesto químico complejo más comúnmente derivados de la madera, y una parte integral de las paredes celulares secundarias de plantas y algunas algas (RAMÍREZ y otros, 1998).

Acido húmico. Los ácidos húmicos y fúlvicos son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo (RAMÍREZ y otros, 1998).

Humus. Es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias) (RAMÍREZ y otros, 1998).

Agua contaminada. Es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema en el medio físico o en un ser vivo (RAMÍREZ y otros, 1998).

Taninos. Son compuestos polifenólicos de estructura química diversa que la propiedad de ser astringentes, es decir precipitan las proteínas y su capacidad de curtir la piel. El curtido es el establecimiento de enlaces, tipo puente de hidrógeno, entre las fibras de colágeno. (ATLAS QUANTUM, 2018).

Conductividad. La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. (MUYULEMA y otros, 2013).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Los materiales utilizados para la ejecución del proyecto se detallan a continuación:

Espectrofotómetro:

Marca: HACH

Modelo: DR - 2700

Capacidad: Multiparametros

Hielo:

Temperatura: menor a 4 °C

Estado físico: solido

Capacidad: 500 ml

Envase de 500ml Esterilizado:

Marca: Rey

Modelo: Plástico

Capacidad: 500ml

Turbidímetro:

Marca: HACH

Modelo: Digital

Capacidad: 0-1000 UNT

Cooler:

Marca: Rey

Modelo: 3 L

Vida fría: 24 horas

Capacidad: 2000 ml

GPS:

Marca: Garmin

Modelo: GPS map 62

Capacidad: Multifunciones

2.2. Métodos

La metodología empleada para la ejecución del presente proyecto de investigación se detallará a continuación:

Recolección de información:

Se recurrió a diversas investigaciones realizadas a escala local, regional, nacional e internacional para el análisis metodológico y científico del presente estudio.

Dentro de las técnicas utilizadas tenemos: libros, revistas, tesis, artículos e información del internet vinculado al tema a investigar.

Etapas de Pre – Campo:

En esta etapa, se tomó contacto con lo establecido en los textos, libros y/o trabajos realizados, por estudiantes e investigadores, en bibliotecas. Este contacto físico, con los hechos realizados, nos dio una idea más clara de cómo son y debe orientarse el trabajo. Al mismo tiempo, se busca información virtual, para mejorar los objetivos del proyecto y cumplir con el desarrollo del mismo en los plazos establecidos. Se analiza la información recopilada, sobre las características hidrológicas e hidrográficas.

Etapas de Campo:

En esta etapa se realizó, la recolección de las muestras de agua, de acuerdo al protocolo de monitoreo para luego ser llevada al laboratorio “Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L” donde se hizo los análisis respectivos para conocer las características de cada parámetro a analizar.

Etapas de Post – Campo

Trabajo de análisis, descripción e interpretación de resultados. Las muestras, son procesadas y descritas para cada muestra de agua. Se consolida la información de campo y se realizan los análisis y ajuste de la información. Finalmente, en gabinete se realizó el informe final.

Selección de sitio:

Para la selección del sitio se tuvo que visitar fuentes de agua superficial, dentro de ellos la quebrada el Herrero que tiene las características a investigar y que se encuentra en la localidad de Soritor, sector Izula.

Toma de muestras.

Para la toma de muestra se ha seleccionado 3 puntos de muestreo al azar, en la parte inicial, central y final de la fuente. El muestreo se realizó en el mes de agosto, setiembre y octubre del presente año.

Recolección y análisis de muestras

Las muestras se recolectaron en sus debidos envases esterilizados de 500 mL por punto de muestreo y fueron conducidos al laboratorio en constante refrigeración para que los resultados sean los más certeros posibles. La empresa privada Anaquímicos dedicada a la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua, se encargó de los análisis físicos y químicos de las muestras de agua y dentro de ello se analizó los siguientes parámetros: turbiedad, conductividad, solidos disueltos totales, materia orgánica, color, olor, sabor, pH, hierro, manganeso y taninos. Para poder determinar el valor de los parámetros: Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Materia Orgánica, Color, Olor, Sabor, pH, Hierro, Manganeso, Taninos. Se requirió los servicios de una empresa acreditada, en este caso se trata del laboratorio “Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L”

Para el procesamiento de la información se hizo uso de gráficos y cuadros comparativos y los programas informáticos de Microsoft Office.

Análisis estadístico: Los datos que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación, se evaluaron utilizando la estadística descriptiva.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1 Concentración de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) del agua de la quebrada “El Herrero” y en la naciente del río Tioyacu.

Primer análisis:

Resultados de la muestra N° 01 - parte inicial de la fuente

El resultado obtenido de la primera caracterización de agua superficial se realizó en las siguientes coordenadas E: 0268943 y N: 9322640, donde se pudo destacar algunos parámetros que tienen resultados muy por encima de lo normal; es decir que están fuera de los estándares de calidad ambiental, entre ellos podemos resaltar: la turbiedad, materia orgánica, color, olor, sabor, pH, manganeso y taninos. Todos estos parámetros están alterados en su estado natural de la fuente; sin embargo, se puede destacar que las características organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas no solo por parámetros físicos como la materia orgánica que resulta de la descomposición de restos vegetales y animales; sino también por parámetros químicos como son el hierro, manganeso y taninos, dichos parámetros generan coloración al agua.

Tabla 2

Resultados de la muestra de la parte inicial de la fuente

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	9.19
02	Conductividad	uS/cm	15.31
03	Solidos	mg/L	7.63
	disueltos totales		
04	Materia	mg/L	45.00
	Orgánica		
05	Color	UPC	248.00
06	Olor	.....	Legumbres
07	Sabor	.....	Legumbres
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	5.18
09	Hierro	mg/L	0.29
10	Manganeso	mg/L	0.19
11	Taninos	mg/L	0.28

Fuente: Laboratorio Anaquímicos - Quebrada El Herrero (inicio de la fuente –Muestra N° 01)

Segundo Análisis:

Resultados de la muestra N° 02 - parte central de la fuente

El resultado obtenido de la segunda caracterización de agua superficial se realizó en las siguientes coordenadas E: 0268730 y N: 9322764, donde se pudo destacar que los resultados de los parámetros evaluados son muy similares a los resultados de la primera caracterización; es decir que los parámetros están fuera de los estándares de calidad ambiental, entre ellos podemos resaltar: la turbiedad, materia orgánica, color, olor, sabor, pH, manganeso y taninos. Todos estos parámetros están alterados en su estado natural de la fuente; sin embargo, se puede destacar que las características organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas no solo por parámetros físicos como la materia orgánica que resulta de la descomposición de restos vegetales

y animales; sino también por parámetros químicos como son el hierro, manganeso y taninos, dichos parámetros generan coloración al agua.

Tabla 3

Resultados de la muestra de la parte central de la fuente

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	9.89
02	Conductividad	uS/cm	16.23
03	Sólidos disueltos	mg/L	8.15
	totales		
04	Materia Orgánica	mg/L	38.00
05	Color	UPC	250.00
06	Olor	.....	Legumbres
07	Sabor	.....	Legumbres
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	5.20
09	Hierro	mg/L	0.27
10	Manganeso	mg/L	0.15
11	Taninos	mg/L	0.57

Fuente: Laboratorio Anaquímicos - Quebrada El Herrero (Muestra N° 02)

Tercer Análisis:

Resultados de la muestra N° 03 - parte final de la fuente.

El resultado obtenido de la tercera caracterización de agua superficial se realizó en las siguientes coordenadas E: 0268648 y N: 9323324, donde se pudo destacar que los resultados de los parámetros evaluados son muy similares a los resultados de la segunda caracterización; es decir que los parámetros están fuera de los estándares de calidad ambiental, entre ellos podemos resaltar: la turbiedad, materia orgánica, color, olor, sabor, pH, manganeso y taninos. Todos estos parámetros están alterados en su estado natural de la fuente; sin embargo, se puede destacar que las características

organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas no solo por parámetros físicos como la materia orgánica que resulta de la descomposición de restos vegetales y animales; sino también por parámetros químicos como son el hierro, manganeso y taninos, dichos parámetros generan coloración al agua.

Tabla 4

Resultados de la muestra de la parte final de la fuente

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	10.47
02	Conductividad	uS/cm	17.20
03	Sólidos	mg/L	8.40
	disueltos totales		
04	Materia Orgánica	mg/L	35.00
05	Color	UPC	252.00
06	Olor	.....	Legumbres
07	Sabor	.....	Legumbres
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	5.16
09	Hierro	mg/L	0.25
10	Manganeso	mg/L	0.14
11	Taninos	mg/L	0.47

Fuente: Laboratorio Anaquímicos Quebrada el Herrero (final de la fuente – Muestra N° 03)

Cuarto Análisis:

Resultados de la muestra N° 04 – Muestra testigo naciente del río Tioyacu.

El resultado obtenido de la primera caracterización de agua superficial se realizó en las siguientes coordenadas E: 0246826 y N: 9337128, donde se puede destacar que los parámetros evaluados están dentro de los estándares de calidad ambiental, es decir que la característica organoléptica del agua es muy aceptable ya que con los resultados obtenidos se puede notar que el agua es relativamente limpia, con olor y sabor

aceptable para consumirlo. Comparando los resultados del agua de la quebrada el Herero con los del Tioyacu se observa que las características organolépticas del agua son totalmente contrarias; es decir que el agua de la quebrada el Herrero presenta olor, sabor y coloración muy por encima de lo normal y el del Tioyacu presenta olor y sabor aceptable y un agua incolora.

Tabla 5

Resultados de la muestra de la naciente del río Tioyacu

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	0.89
02	Conductividad	uS/cm	25
03	Sólidos	mg/L	12
	disueltos totales		
04	Materia	mg/L	0.018
	Orgánica		
05	Color	UPC	1
06	Olor	.....	Aceptable
07	Sabor	.....	Aceptable
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	6.86
09	Hierro	mg/L	0.15
10	Manganeso	mg/L	0.02
11	Taninos	mg/L	0.01

Fuente: Laboratorio Anaquímicos-naciente río Tioyacu.

3.1.2. Comparación de la concentración de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) con los ECAs de agua para uso doméstico.

Promedio de resultados de análisis:

Promedio de los resultados de las muestras de la quebrada el Herrero.

Del promedio de los resultados obtenidos de las caracterizaciones de agua superficial se puede destacar que los resultados de los parámetros evaluados están fuera de los estándares de calidad ambiental, entre ellos podemos resaltar: la turbiedad, materia orgánica, color, olor, sabor, pH, manganeso y taninos. Todos estos parámetros están alterados en su estado natural de la fuente; sin embargo, se puede destacar que las características organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas por los parámetros físicos y químicos mencionados anteriormente.

Tabla 6

Promedio de los resultados de las muestras de la quebrada el Herrero

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	9.85
02	Conductividad	uS/cm	16.25
03	Sólidos disueltos	mg/L	8.06
	totales		
04	Materia Orgánica	mg/L	39.33
05	Color	UPC	250.00
06	Olor	.....	Legumbres
07	Sabor	.....	Legumbres
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	5.18
09	Hierro	mg/L	0.27
10	Manganeso	mg/L	0.16
11	Taninos	mg/L	0.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Estándares de calidad ambiental para el agua, parámetros a comparar

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
FÍSICOS			
01	Turbiedad	UNT	5
02	Conductividad	uS/cm	1500
03	Solidos disueltos	mg/L	1000
	totales		
04	Materia	mg/L	.....
	Orgánica		
05	Color	Pt-Co	15
06	Olor	.....	Aceptable
07	Sabor	.....	Aceptable
QUÍMICOS			
08	pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5
09	Hierro	mg/L	0.3
10	Manganeso	mg/L	0.1
11	Taninos	mg/L	.....

Fuente: ECAs para el Agua – DSN°004 – 2017 MINAM

Tabla 8

Variación entre los parámetros de los resultados de la quebrada el Herrero con los ECAs para agua

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR		
			ECAs	HERRERO	CONCENTRACION
FÍSICOS					
1	Turbiedad	UNT	5	9.85	Alto
2	Conductividad	uS/cm	1500	16.25	Bajo
3	Solidos totales	mg/L	1000	8.06	Bajo
	disueltos				
4	Materia	mg/L	.....	39.33	Alto
	Orgánica				
5	Color	Pt-Co	15	250	Alto

6	Olor	.....	Aceptable	Legumbres	Moderado
7	Sabor	.....	Aceptable	Legumbres	Moderado
QUÍMICOS					
8	pH	Unidad de pH	6.5 – 8.5	5.18	Bajo
9	Hierro	mg/L	0.3	0.27	Bajo
10	Manganeso	mg/L	0.10	0.16	Alto
11	Taninos	mg/L	.....	0.44	Alto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Variación entre los parámetros de los resultados de la quebrada el Herrero con los resultados del nacimiento río Tioyacu

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR		
			TIOYACU	HERRERO	CONCENTRACION
FÍSICOS					
1	Turbiedad	UNT	0.89	9.85	Alto
2	Conductividad	uS/cm	25	16.25	Bajo
3	Solidos totales disueltos	mg/L	12	8.06	Bajo
4	Materia Orgánica	mg/L	0.018	39.33	Alto
5	Color	Pt-Co	1	250	Alto
6	Olor	.....	Aceptable	Legumbres	Moderado
7	Sabor	.....	Aceptable	Legumbres	Moderado
QUÍMICOS					
8	pH	Unidad de pH	6.86	5.18	Bajo
9	Hierro	mg/L	0.15	0.27	Alto
10	Manganeso	mg/L	0.02	0.16	Alto
11	Taninos	mg/L	0.01	0.44	Alto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Comparación de los resultados del agua de la quebrada el Herrero, naciente río Tioyacu y ECAs

Ítem	Parámetros	Unidad	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03	Promedio de Resultados	Muestra Testigo (Muestra N° 04)	ECAs
Físicos								
1	Turbiedad	UNT	9.19	9.89	10.47	9.85	0.89	5
2	Conductividad	uS/cm	15.31	16.23	17.2	16.25	25	1500
3	Solidos totales disueltos	mg/L	7.63	8.15	8.4	8.06	12	1000
4	Materia Orgánica	mg/L	45	38	35	39.33	0.018	.....
5	Color	Pt-Co	248	250	252	250	1	15
6	Olor	.....	Legumbres	Legumbres	Legumbres	Legumbres	Aceptable	Aceptable
7	Sabor	.....	Legumbres	Legumbres	Legumbres	Legumbres	Aceptable	Aceptable
Químicos								
8	pH	Unidad de pH	5.18	5.2	5.16	5.18	6.86	6.5 – 8.5
9	Hierro	mg/L	0.29	0.27	0.25	0.27	0.15	0.3
10	Manganeso	mg/L	0.19	0.15	0.14	0.16	0.02	0.1
11	Taninos	mg/L	0.28	0.57	0.47	0.44	0.01	.....

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Influencia de los parámetros físicos (color, sólidos disueltos totales, materia orgánica) y químicos (hierro, manganeso, taninos) del agua en las características organolépticas en la quebrada “El Herrero” y la naciente del río Tioyacu.

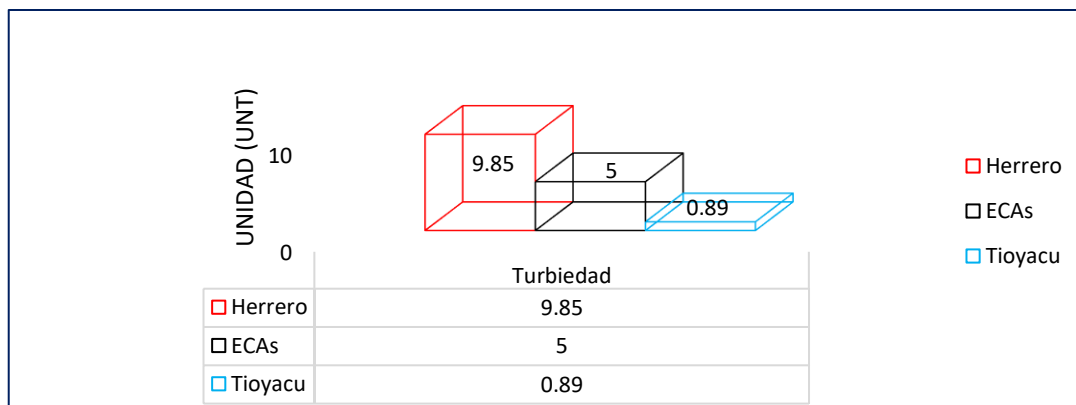


Figura 1. Turbidez del agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Turbiedad del agua de la quebrada el Herrero es alto respecto a los ECAs, mientras que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu se encuentra dentro del rango establecido por los ECAs. Por lo tanto, dicho parámetro influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

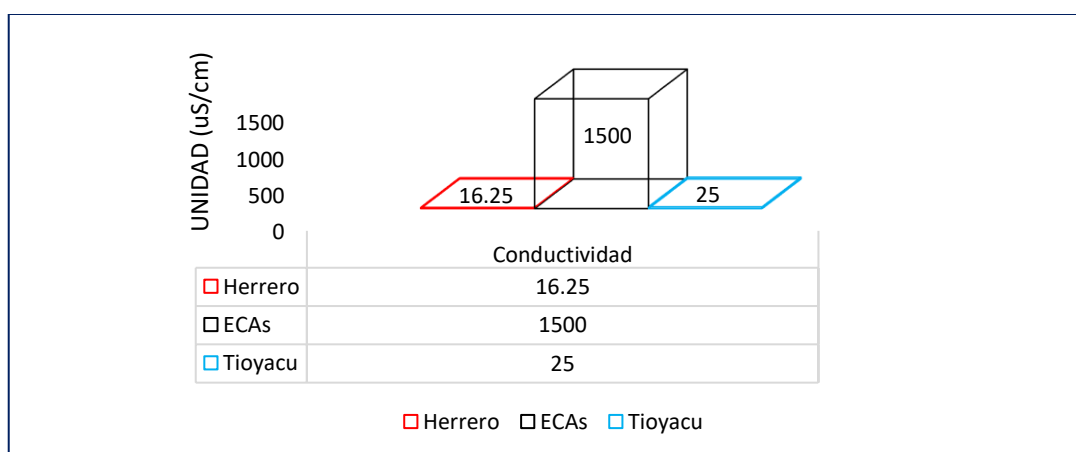


Figura 2. Conductividad del agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Conductividad del agua de la quebrada el Herrero está por debajo del rango establecido por los ECAs al igual que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu. Por lo tanto, dicho parámetro no influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

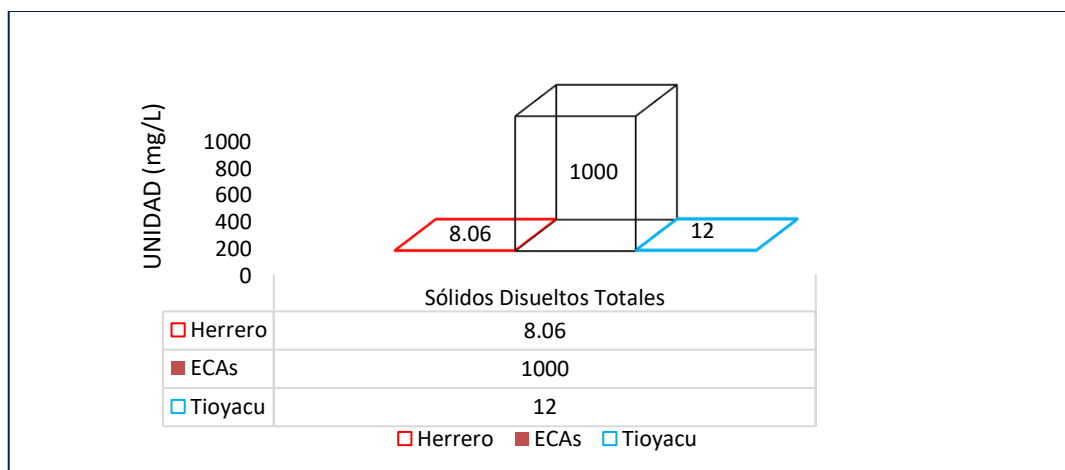


Figura 3. Sólidos totales disueltos en el agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Sólidos Totales Disueltos del agua de la quebrada el Herrero está por debajo respecto a la normatividad peruana, es decir está por debajo del rango establecido por los ECAs al igual que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu. Por lo tanto, dicho parámetro no influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

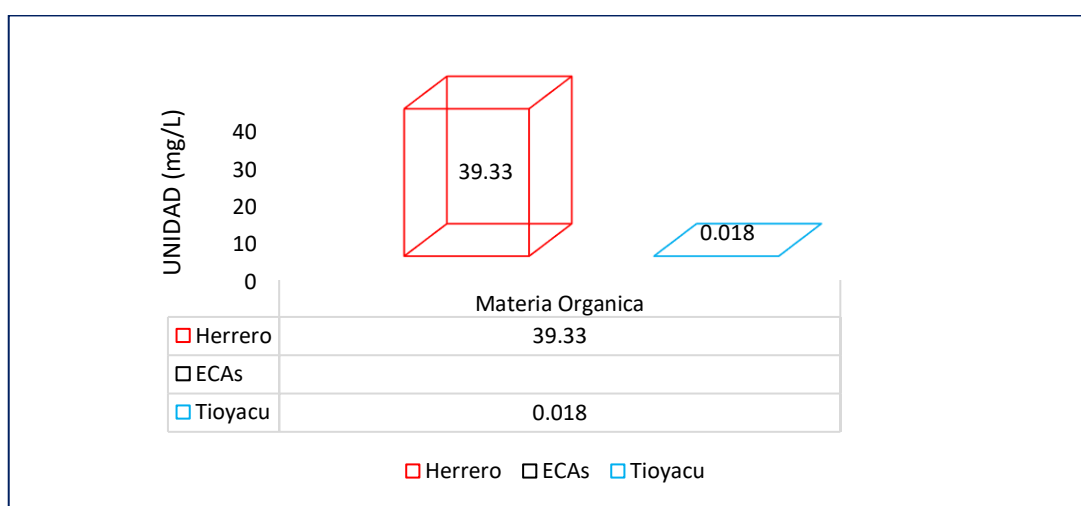


Figura 4. Materia orgánica en el agua

En la figura, se muestra que el resultado del parámetro Materia Orgánica del agua de la quebrada el Herrero es alto respecto al resultado de la muestra del río Tioyacu; es decir está muy por encima al resultado del Tioyacu, no se comparó con los ECAs ya que no ha considerado este parámetro dentro de su tabla. Por lo tanto, se puede determinar que dicho parámetro influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

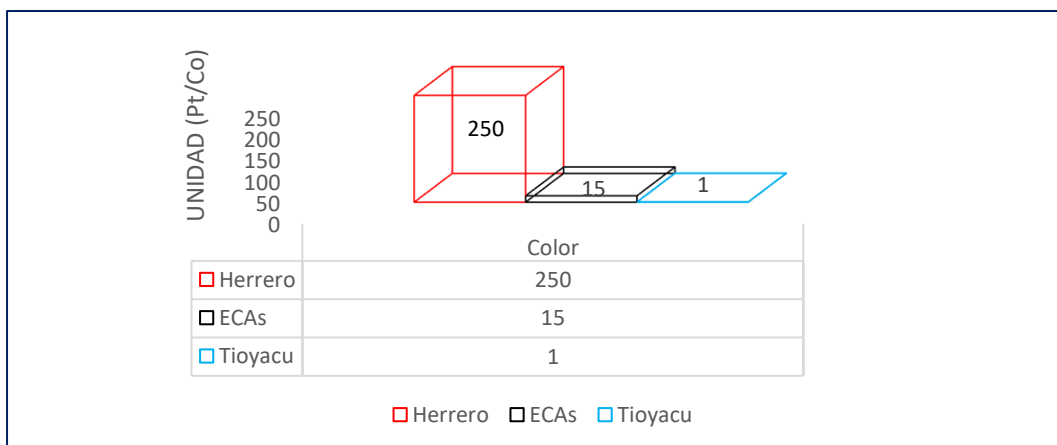


Figura 5. Color en el agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro color del agua de la quebrada el Herrero es alto respecto a los ECAs, mientras que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu se encuentra dentro del rango establecido por los ECAs. Por lo tanto, dicho parámetro organoléptico se encuentra alterado.

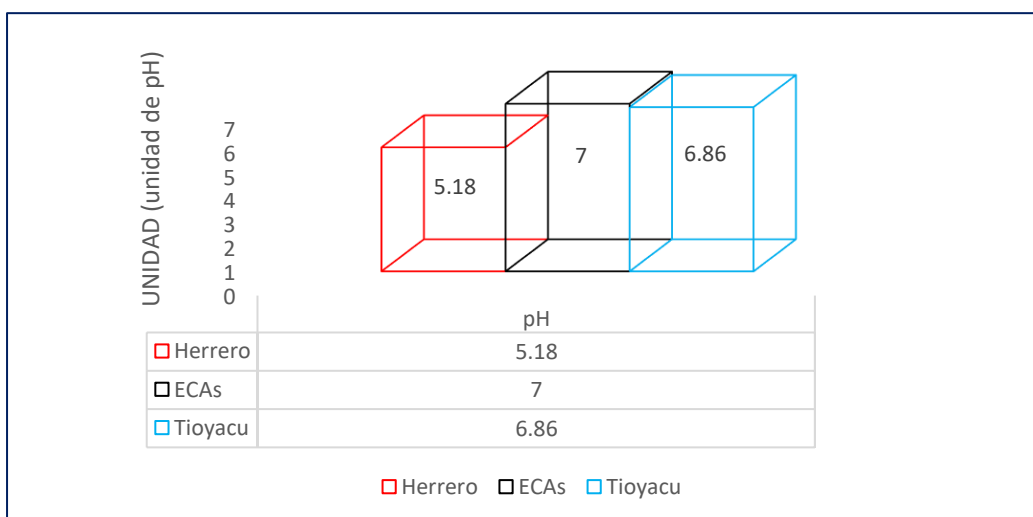


Figura 6. pH del agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro pH del agua de la quebrada el Herrero es bajo respecto a los ECAs, es decir es agua acida, mientras que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu se encuentra dentro del rango establecido por los ECAs. Por lo tanto, dicho parámetro influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

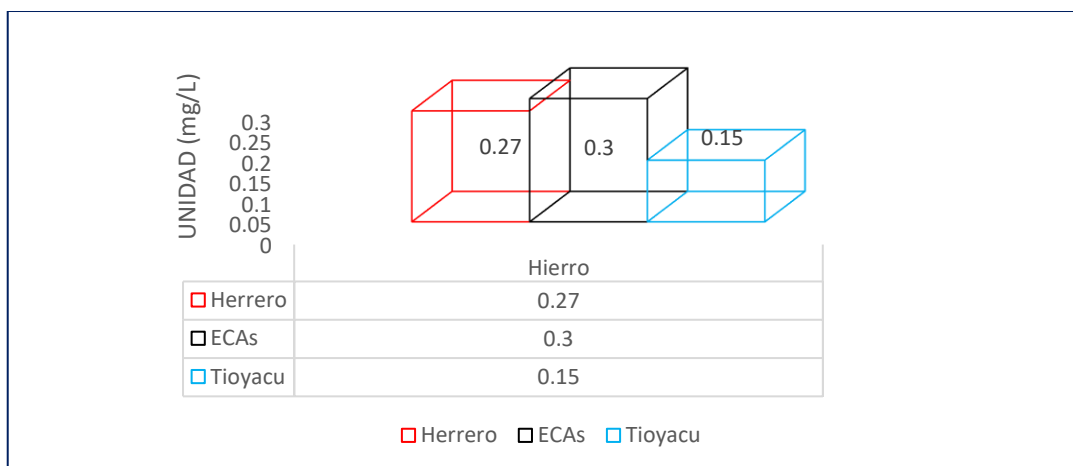


Figura 7. Hierro en el agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Hierro del agua de la quebrada el Herrero está dentro del rango establecido por los ECAs al igual que el resultado del nacimiento río Tioyacu. Por lo tanto, dicho parámetro no influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

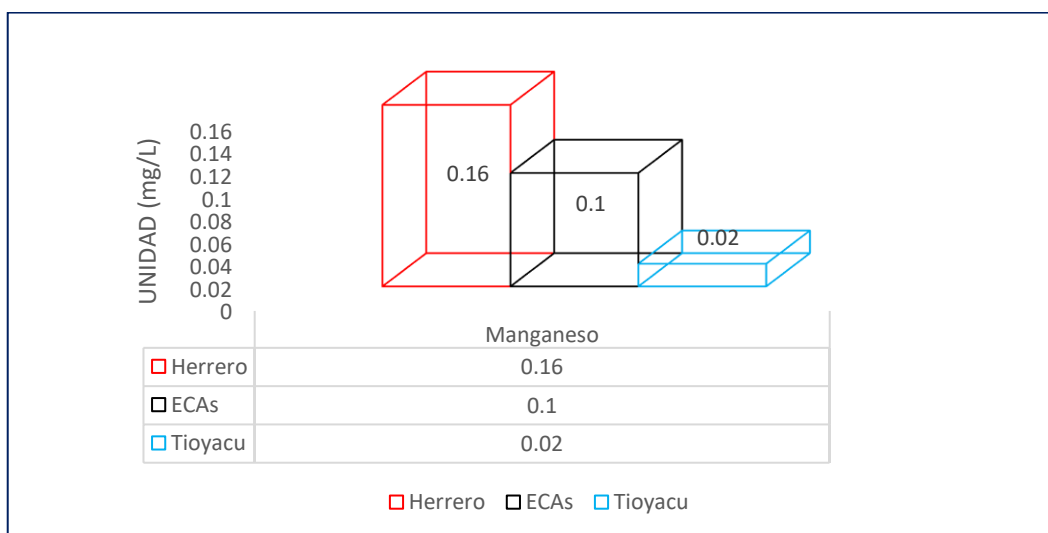


Figura 8. Manganeso en el agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Manganeso del agua de la quebrada el Herrero está por encima del límite establecido en los ECAs, mientras que el resultado de la muestra de agua del río Tioyacu se encuentra dentro del rango establecido por los ECAs. Por lo tanto, dicho parámetro influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

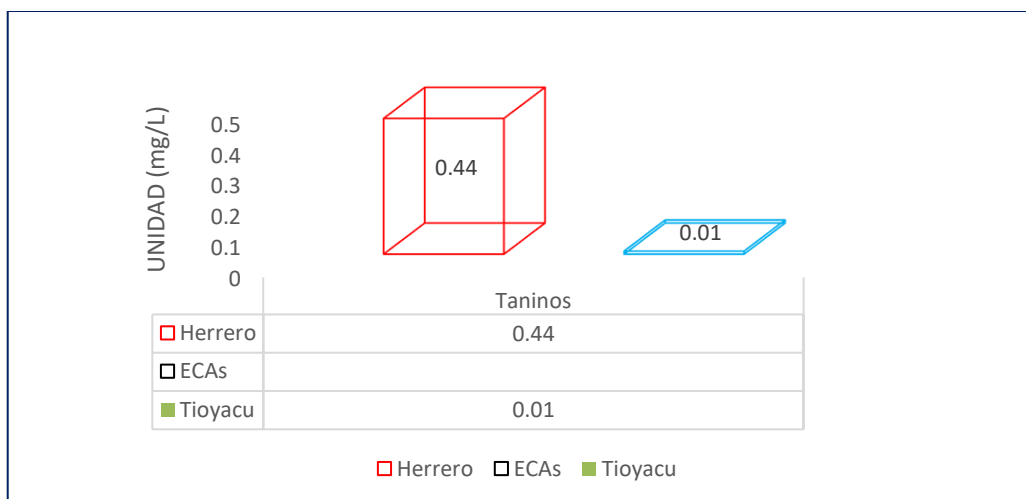


Figura 9. Taninos en el agua

En la figura se muestra que el resultado del parámetro Taninos del agua de la quebrada el Herrero es alto respecto al resultado de la muestra del río Tioyacu; es decir está muy por encima al resultado del Tioyacu, no se comparó con los ECAs ya que no ha considerado este parámetro dentro de su tabla. Por lo tanto, se puede determinar que dicho parámetro influye en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

3.2. Discusión

(NASA, 2015), en su investigación ¿Porque hay ríos y mares del mundo donde los colores de sus aguas no se mezclan? concluye: que el proceso de unificación de dos ríos es relativamente simple. Un tributario muere a la orilla del caudal principal y deposita todas sus aguas, arrastradas durante centenares de kilómetros, en el río más grande. Las aguas se juntan en feliz compañía y la naturaleza sigue su curso. No suelen ser hechos destacables. Pero en ocasiones sí que lo son. Es entonces cuando un río choca frontalmente contra otro y no hay fusión visual, no se convierten en uno de forma indistinguible.

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El herrero, se muestra concentraciones elevadas de materia orgánica (39.33 mg/L), taninos (0.44 mg/L), color (250 UCV/Pt-Co) y pH ligeramente ácido (5.18 unidad de pH).

(SIOLI, 1984), en la Amazonía Peruana, se presentan cuerpos de agua, de diferentes orígenes, sean ellos andinos o amazónicos. Las aguas negras, provienen de las

filtraciones, escorrentías, aguajales y humedales, formados en las plataformas boscosas de la espesura vegetal, provocando dicha coloración, por la carga tánica y descomposición del lecho leñoso. Su área de drenaje es la selva baja, presentan una menor carga de sedimentos en suspensión. Son aguas ácidas (pH, entre 3,8 – 4,9), con moderados valores de conductividad lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes, donde predomina los ácidos fúlvicos y húmicos producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica y de color oscuro, debido al elevado contenido de sustancias húmicas, consecuencia de la descomposición parcial de la materia orgánica (Taninos) y cuya transparencia lumínica alcanza entre 1,0 a 1,5 m de profundidad. Su producción fitoplanctónica, es pobre, por la escasez de nutrientes, por lo que la cadena trófica se inicia, a través del aprovechamiento de material externo, que proviene del bosque.

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El Herrero, se muestra concentraciones elevadas de materia orgánica (39.33 mg/L), taninos (0.44 mg/L), color (250 UCV/Pt-Co) por lo que presenta coloración marrón, conductividad baja (16.25 uS/cm) y pH ligeramente ácido (5.18 unidad de pH).

(MACO Y JOSÉ, 2003), los cuerpos de agua está conformados por ríos pequeños y quebradas que se originan dentro de la floresta húmeda. El agua, es extremadamente ácida y casi estéril, con un pH (3,50-6,00), lo que mantiene al mínimo las poblaciones de bacterias y parásitos. Por esta razón, los ríos negros, están considerados dentro de las aguas naturales más limpias del mundo y se comparan frecuentemente con el "agua destilada, ligeramente contaminada". La acidez del agua, también inhibe la proliferación de larvas de insectos, de tal manera, que el bosque que rodea a un río negro, tiende a tener menos "bichos" y mosquitos. Alrededor de algunos de estos ríos, existen bosques de ríos negros, que difieren de los bosques lluviosos convencionales.

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El Herrero, se muestra que la fuente de agua tiene poco material en suspensión ya que tiene una turbiedad de (9.85 UNT) y un pH ligeramente ácido (5.18 unidad de pH), con presencia de moscos en la ribera de la quebrada.

(JANOVEC Y JOHN, 2003), los ríos de agua negra presentan poco material en suspensión, compuesto mayormente por material orgánico y detritus que permiten estos cuerpos de agua presentan transparencia que oscilan entre 23 y 128 cm. Los niveles de pH varían entre ácido a ligeramente ácido (3.5 a 6.9), con moderados valores de conductividad. Estos cuerpos de agua apenas superan los 100 mmhos/cm de conductividad eléctrica, lo cual indican que son pobres con relación al contenido de electrolisis y nutrientes. Los principales ríos de aguas negras son: Nanay, Samiria, Chambira, Cuinico, Nacuray, Aypena, Tapiche e Itaya.

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El Herrero, se muestra concentraciones elevadas de materia orgánica (39.33 Mg/L), color (250 UCV/Pt-Co) por lo que presenta coloración marrón, conductividad baja (16.25 uS/cm) y pH ligeramente ácido (5.18 unidad de pH). Por tanto, se puede determinar que la quebrada El Herrero, tiene agua negra según las características de agua que presenta Janovec y John en su investigación.

(SOTIL Y FLORES, 2016), las aguas del río Mazán se caracterizan por tener escaso contenido de materiales en suspensión, está compuesta mayormente por material orgánico y detritus, con moderados valores de conductividad, lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes (Nitratos, Carbonatos, Sulfatos, Fosfatos), donde predominan los ácidos húmicos, producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica, son tánicas (por la descomposición vegetal).

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El Herrero, se muestra que la fuente de agua tiene poco material en suspensión ya que tiene una turbiedad de (9.85 UNT), concentraciones elevadas de materia orgánica (39.33 mg/L), conductividad baja (16.25 uS/cm) y concentraciones elevadas de taninos (0.44 mg/L).

(CUBAS, 2015), demuestra que las aguas de la microcuenca Juningullo presentan color y turbidez muy por encima del estándar de 15 ucv/Pt-Co y 5 UNT para ser potabilizada por desinfección, pero no superan los 100 ucv/Pt-Co y los 100 UNT para ser tratada por tratamiento convencional.

En cuanto a la investigación realizada en la quebrada El Herrero, se muestra que la fuente presenta elevada concentración de color (250 UCV/Pt-Co) por lo que presenta coloración marrón y poco material en suspensión ya que tiene una turbiedad de (9.85 UNT).

En la Amazonía Peruana se encuentra el distrito de Soritor, donde podemos encontrar diversas fuentes de agua superficiales, tales como la quebrada el Herrero donde sus características organolépticas del agua esta alterada en cuanto a color, olor y sabor, debido a la presencia de manganeso, taninos y materia orgánica por encima de los ECAs, mientras que en la naciente del río Tioyacu todos los parámetros mencionados cumplen con los ECAs, por lo que se puede determinar que dichos parámetros son los causantes de la alteración de las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero.

Quebrada El Herrero:

Físicos:

Color = 250 Pt-Co

TDS = 8.06 mg/L

Materia orgánica = 39.33 mg/L

Turbiedad = 9.85 UNT

Conductividad = 16.25 uS/cm

Olor = Legumbres

Sabor = Legumbres

Químicos:

pH = 5.18 Unida de pH

Hierro = 0.27 mg/L

Manganeso = 0.16 mg/L

Taninos = 0.44 mg/L

Naciente del río Tioyacu:**Físicos:**

Color = 1 Pt/Co

TDS = 12 mg/L

Materia orgánica = 0.018 mg/L

Turbiedad = 0.89 UNT

Conductividad = 25 uS/cm

Olor = Aceptable

Sabor = Aceptable

Químicos:

pH = 6.86 Unida de pH

Hierro = 0.15 mg/L

Manganeso = 0.02 mg/L

Taninos = 0.01 mg/L

Las comparaciones establecidas se pueden ver en la Tabla 10, donde podemos rescatar que el porcentaje de variación es bastante elevado, y de los resultados de los análisis realizados en laboratorio mostrados, contrastamos con otras investigaciones nacionales e internacionales.

CONCLUSIONES

La concentración promedio a partir de las tres muestras analizadas para los parámetros físicos y químicos de la quebrada El Herrero se concluyó que el color es elevado, los TDS está por debajo respecto a los ECAs, la materia orgánica se encuentra elevado, el hierro está por debajo respecto a los ECAs, el manganeso es elevado, los taninos se encuentran elevados, la turbiedad es elevada, el olor y sabor es a legumbres.

De los resultados obtenidos a partir de la comparación entre los ECAs para agua de consumo humano y agua de la quebrada El Herrero, según la Tabla 9 se puede apreciar que el porcentaje de variación son elevados en parámetros físicos la turbiedad, materia orgánica, y color; y parámetros químicos el hierro, manganeso y taninos.

Las concentraciones elevadas de manganeso, hierro, materia orgánica y taninos son los que influyen directamente en las características organolépticas del agua de la quebrada el Herrero, especialmente en el color, olor y sabor; esta conclusión se precisa porque dichos parámetros están fuera de los ECAs establecidos en la normativa peruana; mientras que la concentración de los mismos parámetros en el agua del naciente del río Tioyacu no se no sobrepasa a los ECAs, por la cual presenta características estéticas aceptables.

RECOMENDACIONES

A las instituciones públicas y/o privadas se recomienda realizar los análisis físicos y químicos necesarios para determinar en qué situación estética se encuentra dicha fuente.

A los investigadores y proyectistas involucrados en temas de agua realizar los análisis necesarios para conocer la calidad de las fuentes superficiales de agua de la amazonia peruana, ya que muchos ríos y quebradas de la zona tienen características similares al de la quebrada el Herrero. También se recomienda realizar monitoreos periódicos en puntos estratégicos e incluir otros puntos de interés para contar con un registro temporal y espacial más completo y representativo de la contaminación hídrica en el territorio o posibles focos de mayor impacto.

A la población a realizar investigaciones en calidad de agua del valle del Alto Mayo y de nuestra Amazonia para así conocer más en cuanto a la calidad de fuentes de agua superficial que tiene la región y el país; ya que este tipo de investigación en cuanto a características organolépticas de fuentes de agua superficial es muy escaso.

A la universidad Nacional de San Martín - Tarapoto difundir los resultados a las principales autoridades de gestión de la cuenca hidrográfica, quienes deben emprender medidas de saneamiento para garantizar la conservación de la calidad de las aguas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS y MORALES 2002. *Mapa geológico generalizado del departamento del Cesar, memoria explicativa. República de Colombia. Ministerio de minas y energía.* Instituto de investigación geocientífica, minero ambiental y nuclear. Santa Fe de Bogotá.

ATLAS QUANTUM 2018. *Alimentos y sus propiedades.* Disponible en: <https://atlasquantum.com/site>

AWWA American Water Works Association. 2012. *Manual de Entrenamiento para Operadores de Sistemas de Distribución de Agua: Aseguramiento de la Calidad del agua en Sistemas de Distribución.* Denver. Estados Unidos de América.

BARTHERN , B. 2001. *Componente biota acuática. Biodiversidad Amazonia brasilera.* Sau Paulo Brasil. : Estacao Liberdade/ISA., 2001.

BARRENECHEA M. 1996. *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Capitulo I.* Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento>

BURGA, F.L. 2005. *Evaluación de la contaminación por Hidrocarburos y metales pesados en los cuerpos de agua circundantes a la ciudad de Iquitos.* Loreto, Perú. : s.n., 2005.

CANALES, F. 2017. *“Composición química y tipos de aguas naturales”.* México. : Hidalgo., 2017.

CARBOTECNIA, 2014. *Sólidos totales disueltos (TDS).* Jalisco, México

CASTRO, M. 1993. *Relaciones entre diversas comunidades de protozoos ciliados y la caracterización biológica del agua* (Tesis doctoral). Madrid, España.

CORTÉS, S. 2009. *Diagnóstico de la Calidad del Recurso Hídrico Superficial: Índice de Calidad del Recurso Hídrico.,* Bogotá. Colombia. : ICA., 2009.

COTLER, H. 2004. *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental,* México D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología.

CUBAS, Ana Beatriz. 2015. *Determinación de la influencia del suelo en dos estaciones ante el contenido de las altas concentraciones de hierro y manganeso en el agua de la microcuenca Juningullo. Moyobamba-2013.* Tarapoto : UNSM-T, 2015.

DE LEÓN, L. *Floraciones algales de agua dulce: Cianobacterias, Cianotoxinas.* (en línea). Uruguay. Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/agua_bebida/65-cianobacterias.pdf

DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK 1965. *"Manual de tratamiento de aguas negras".* Editorial Linuesa Wiley S.A. México.

DOMÉNECH. 2000. *El medio hídrico terrestre. Tercera edición.* Madrid. España. : Miraguano, 2000.

DOMINGUEZ, C. 2003. *Importancia dos ríos no sistema de transporte da Amazonia. Problemática do uso local e global da Agua da Amazonia. Organizadores:Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA).* Brasil : Belen, 2003.

ECHARRI, 2007. *Contaminación del agua.* Universidad de Navarra, España.

ESPINOZA et, al. 2014. Universidad Tecnológica de Oteima. *Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de Chiriquí, Panamá,* menciona a Barrenechea; Panamá.

GARCIA, J. y MISAJEL, S. 2005. *Hidrografía. Serie: Estudios temáticos para la Zonificación EcológicoEconómica de Tocache.* Municipalidad Provincialde Tocache. Perú. : IIAP- PREODATU, 2005.

GRAMAJO, 2004. *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenido de pozos mecánicos en la zona II, Mexico-Guatemala.*

HANEK, G. 1982. *La pesquería en la Amazonía Peruana: Presente y Futuro.* Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. : s.n., 1982.

JANOVEC, John. 2003. *Ecología, biodiversidad y conservación de aguajales en la Amazonía peruana.* . Perú : s.n., 2003.

HANNA INSTRUMENTS ARGENTINA S.A. 2013. *Demanda química de oxígeno y materia orgánica.* Argentina. Disponible en: <https://www.hannaarg.com>

HERNÁNDEZ, 2012. *Metodología de la Investigación*. México: Panamericana Formas e Impresos S.A.

INFOSALD, 2004. *Legislación ambiental, seguridad industrial, seguridad alimentaria y calidad*. España.

KIELY, Garden. 2003. *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid : Editorial Mc Graw Hill., 2003.

MACO Y JOSÉ, 2003. *Tipos de ambientes acuáticos de la amazonia peruana*. Perú

MACO G.J. & MISAJEL S.J. 2005. *Hidrografía. Serie: Estudios temáticos para la Zonificación EcológicoEconómica de Tocache*. Convenio de Cooperación entre IIAP, PREODATU y Municipalidad Provincialde Tocache. Perú.

MADIGAN M. 2009. *Brock Biología de los microorganismos: Principios de Microbiología*. Madrid.España. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

MEJÍA, G. y MISAJEL, J. 2005. *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo*. HONDURAS : TESIS, 2005.

METCALF & EDDY 2000. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. Mc Graw Hill, Madrid. España.

MINISTERIO DE SALUD 2010. DS N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Perú.

MINAM- MINISTERIO DEL AMBIENTE 2017. DS004 – 2017 MINAM. *Estándares de Calidad Ambiental para agua*. Lima, Perú.

MINSA 2008. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Lima, Perú.

MONITOREO SANITARIO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LA PROVINCIA DE ESPINAR. 2003. Lima, Perú.

MOTTA, 1987. *Hierro y Manganeso en Aguas Superficiales y Subterránea de la Provincia de Misiones*, Argentina.

MUYULEMA y TENELANDA. 2013. *Optimización de la unidad de floculación y calidad,microbiológica y físico-química del agua del sistema de abastecimiento de la parroquia SININCAY*. Ecuador : s.n., 2013.

NASA. 2015. *¿Porque hay ríos y mares del mundo donde los colores de sus aguas no se mezclan?* Disponible en: <https://magnet.xataka.com/.Manget.> , 2015.

NEPSTAD et al. 2001. *Las funciones de los sistemas ecologicos: implicaciones para la conservación de la biodiversidad de la amazonia.* Instituto Socioambiental (ISA). Brazil. : Editora Estação Liberdade., 2001.

O'CONNOR J, 1971. Un manual de abastecimiento público de agua, tercera edición. Calidad y tratamiento del agua. Preparado por la American Water Works Association. Nueva York. Recuperado de: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/remocionde-fierroymanganesoenelagua/>

OMS 1995. Guía Para La Calidad De Agua De Bebida. Volumen 1. OPS. Disponible en: www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep55_56

OMS 2006. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. Recuperado de: www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep55_56

PRAT, Fonells. 2004. *El agua en los ecosistemas: motor y sustancia de la vida, Agua y Desarrollo sostenible: vida, medio ambiente y sociedad.* Madrid. España. : Fundación Iberdrola,, 2004.

PÉREZ Y URREA 2008. *Características fisicoquímicas del Agua.* Cartagena-España.

REGLAMENTO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO 2010.Peru.

RAMÍREZ D. & VIÑA J. 1998. *Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004).* Invest. Mar. Valparaíso. Chile.

SÁNCHEZ O., HERZIG M., PETER E., MÁRQUEZ R., & ZAMBRANO L. 2007. *Perspectiva sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México.* . México D.F. : s.n., 2007.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL AGUA Y LAS CUENCAS DE LA AMAZONIA PERUANA 2017. En su artículo de investigación “*Características de las aguas amazónicas*”, menciona a Hanek, 1982, Perú.

SIOLI. 1984. *“Características de las aguas amazónicas”*. Perú : Disponible en: http://www.siaguaamazonia.org.pe/caracteristicas_hidricos.html, 1984.

SOTIL, Luz Elena y FLORE, Horacio. 2016. *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán, Loreto. Perú.* Iquitos : s.n., 2016.

TAMANI, Y. 2014. *Evaluación de la calidad de agua del rio negro en la provincia de padre abad, Aguaytía* (Tesis de pregrado) Universidad Agraria de la selva. Perú.

TRUQUE 2009. *Armonización de los estándares de agua potable en las Américas.*

VARGAS, L. 2004. *Tratamiento de Agua para Consumo Humano Plantas de FiltraciónRápida: Calidad del Agua.* Lima. Perú. : s.n., 2004.

VENCE L. RIVERA M., OSORIO Y., CASTILLO A.B. 2012. *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz y San Diego, Cesar;* (tesis de grado). Universidad abierta a distancia. Colombia.

ANEXOS

ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 1: Color del agua de la quebrada el Herrero



Foto 2: Visita de campo a muestrear

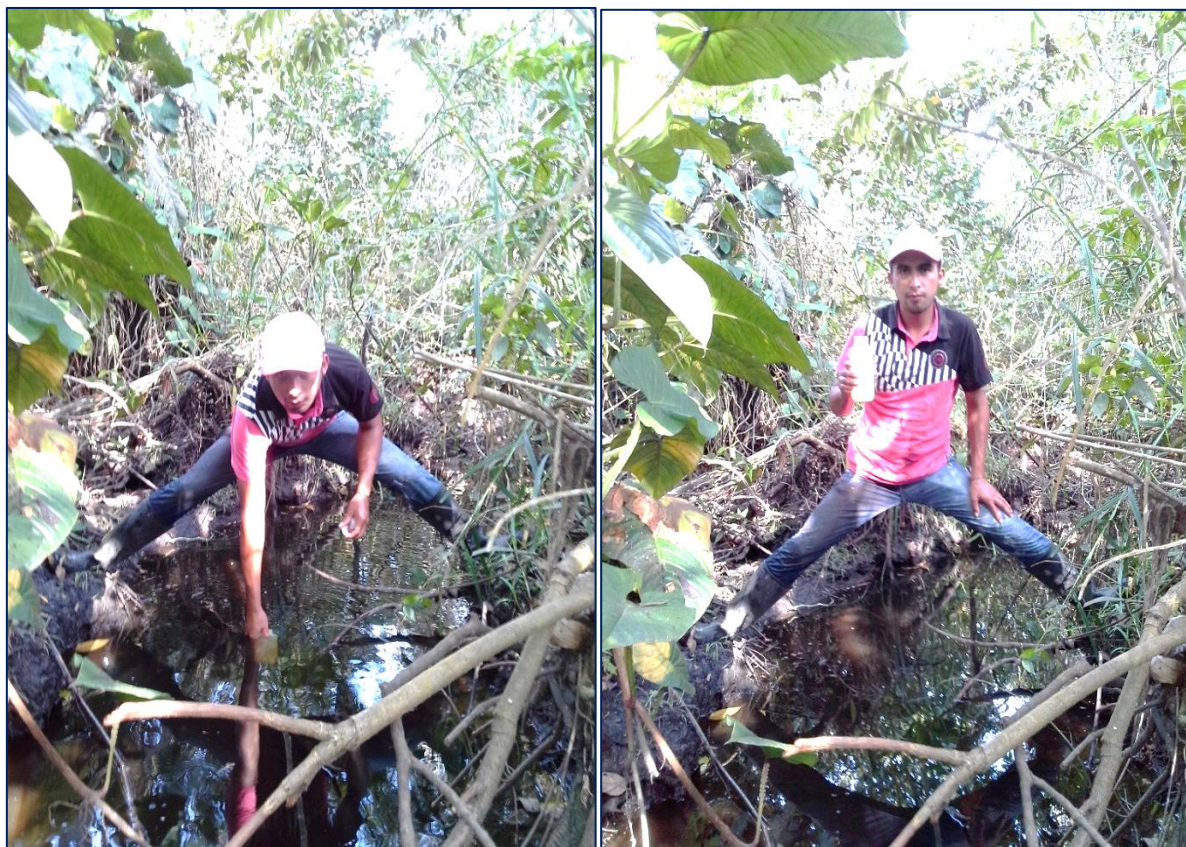


Foto 3: Primer punto de muestreo – inicio de la quebrada el Herrero



Foto 4: Segundo punto de muestreo – parte central de la quebrada el Herrero



Foto 5: Tercer punto de muestreo – parte final de la quebrada el Herrero

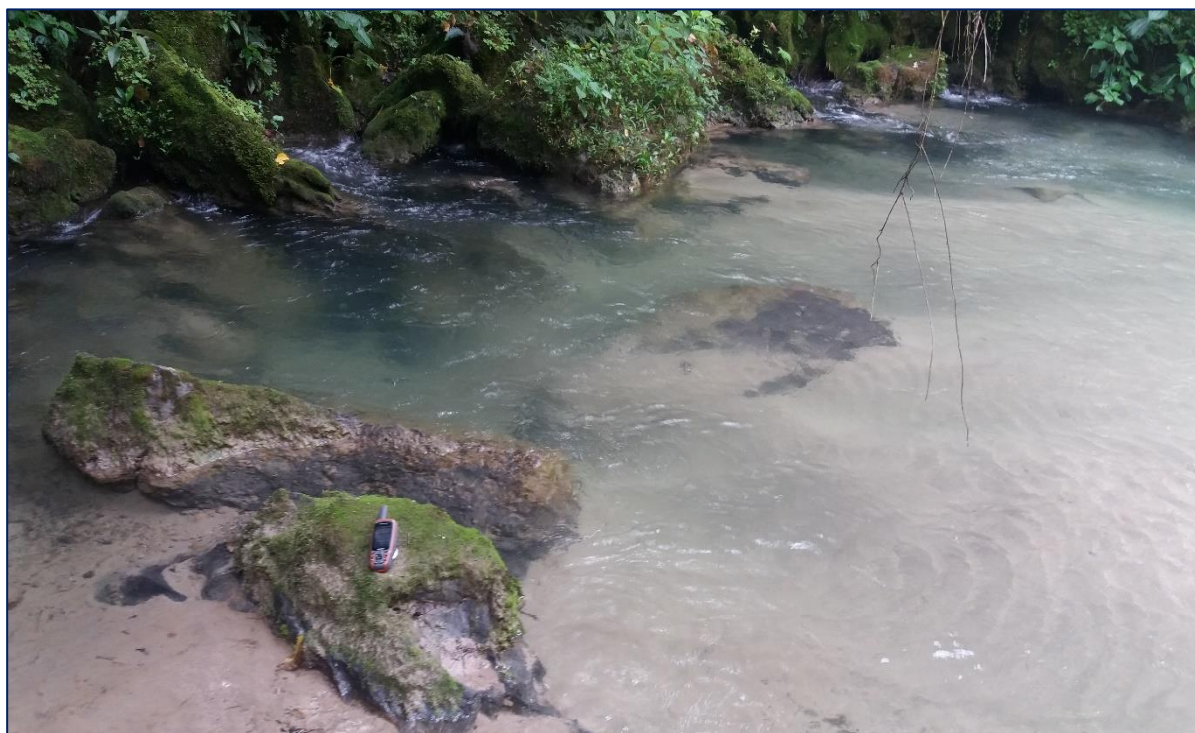
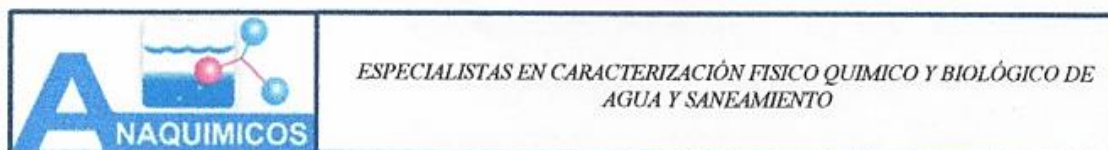


Foto 7: Punto de toma de muestra – Tioyacu



Foto 8: Río Tioyacu

**ANEXO 03: FORMATOS FÍSICOS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE
AGUA REALIZADOS POR EL LABORATORIO ANAQUÍMICOS
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L**



INFORME DE ENSAYO N° 147-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE	: VERTIL SANCHEZ REQUEJO
PROYECTO	: Determinación de Parámetros Físicos y Químicos y su influencia en las características Organolépticas en la Quebrada El Herrero, Soritor, 2015
PUNTO DE MUESTREO	: 01 Inicio de la fuente – Quebrada el Herrero
MUESTRA	: Agua Superficial
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	: 08-09-2015
HORA TOMA DE MUESTRA	: 3:44 p.m
MUESTREADO	: Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN	: 11-09-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbiedad	UNT	9.19
02	pH	Potencial de Hidrógeno	5.18
03	Conductividad	µS/cm	15.31
04	TDS	mg/L	7.63
05	Color	Pt/Co	248.0
06	Hierro	mg/L	0.29
07	Manganeso	mg/L	0.19
08	Taninos	mg/L	0.28
09	M.O	mg/L	45.0
10	Olor	.....	Legumbres
11	Sabor	.....	Legumbres

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.



 Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

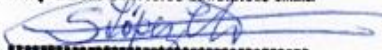
INFORME DE ENSAYO N° 148-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : VERTIL SANCHEZ REQUEJO
PROYECTO : Determinación de Parámetros Físicos y Químicos y su influencia en las características Organolépticas en la Quebrada El Herrero, Soritor, 2015
PUNTO DE MUESTREO : 01 Intermedio – Quebrada el Herrero
MUESTRA : Agua Superficial
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 29-09-2015
HORA TOMA DE MUESTRA : 2:30 p.m.
MUESTREO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 03-10-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbiedad	UNT	9.89
02	pH	Potencial de Hidrógeno	5.20
03	Conductividad	μS/cm	16.23
04	TDS	mg/L	8.15
05	Color	Pt/Co	250.0
06	Hierro	mg/L	0.27
07	Manganeso	mg/L	0.15
08	Taninos	mg/L	0.57
09	M.O	mg/L	38.0
10	Olor	.....	Legumbres
11	Sabor	.....	Legumbres

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO, BIOLÓGICO DE
AGUA, SANEAMIENTO Y SUELO

INFORME DE ENSAYO N° 149-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : VERTIL SANCHEZ REQUEJO
PROYECTO : Determinación de Parámetros Físicos y Químicos y su influencia en las características Organolépticas en la Quebrada El Herrero, Soritor, 2015
PUNTO DE MUESTREO : Aguas abajo final – Quebrada el Herrero
MUESTRA : Agua Superficial
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15-10-2015
HORA TOMA DE MUESTRA : 2:50 p.m.
MUESTREADO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 18-10-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbiedad	UNT	10.47
02	pH	Potencial de Hidrógeno	5.16
03	Conductividad	µS/cm	17.20
04	TDS	mg/L	8.40
05	Color	Pt/Co	252.0
06	Hierro	mg/L	0.25
07	Manganeso	mg/L	0.14
08	Taninos	mg/L	0.47
09	M.O	mg/L	35.0
10	Olor	-----	Legumbres
11	Sabor	-----	Legumbres

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO, BIOLÓGICO DE
AGUA, SANEAMIENTO Y SUELO

INFORME DE ENSAYO N° 150-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : VERTIL SANCHEZ REQUEJO
PROYECTO : Determinación de Parámetros Físicos y Químicos y su influencia en las características Organolépticas en la Quebrada El Herrero, Soritor, 2015
PUNTO DE MUESTREO : Agua inicial central.
MUESTRA : Manantial
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15-10-2015
HORA TOMA DE MUESTRA : 10:00 a.m.
MUESTREADO : Por el Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 18-10-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbiedad	UNT	0.89
02	pH	Potencial de Hidrógeno	6.86
03	Conductividad	μS/cm	25.0
04	TDS	mg/L	12.0
05	Color	Pt/Co	1.0
06	Hierro	mg/L	0.15
07	Manganeso	mg/L	0.02
08	Taninos	mg/L	0.01
09	M.O	mg/L	0.018
10	Olor	-----	Sin olor
11	Sabor	-----	Sin Sabor

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE